

# Puualan verkkokurssin suunnittelu

Rakennuspuusepäntekniikka

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Materiaalitekniikka  
Puutekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Joel Louhenvirta

Lahden ammattikorkeakoulu  
Puutekniikan koulutusohjelma

LOUHENVIRTA, JOEL:

Puualan verkkokurssin suunnittelu  
Rakennuspuusepäntekniikka

Puutekniikan opinnäytetyö, 61 sivua

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella verkkokurssi ja sen aineisto Lahden ammattikorkeakoulun kurssi- ja opetustarjontaan. Kurssin aiheena on rakennuspuusepäntekniikka.

Työssä paneudutaan yleisesti rakennuspuusepäntekniikkaan ja siihen liittyviin aiheisiin, kuten rakennuspuusepänteollisuuden tuotteisiin, tuotantomenetelmiin ja käyttökohteisiin. Samalla selostetaan kuinka hyvä verkkokurssi rakennetaan. Alustana toimii Moodle

Rakennuspuusepäntekniikassa paneudutaan yleisesti ovien, portaiden, parkettien ja ikkunoiden valmistusprosesseihin. Kurssin päätavoitteena on, että opiskelija osaa kuvata rakennuspuusepänteollisuuden tuotteiden tuotantomenetelmät ja niiden sopivat käyttökohteet. kurssin laajuus on viisi opintopistettä, ja kurssi on opiskelijoille pakollinen.

Verkkokurssin tarkoituksena on, että opiskelija saa kattavan käsityksen rakennuspuusepänteollisuudesta ja osaa myös tulevissa opinnoissaan verkkokurssin periaatteen. Kurssin suunnittelun tarkoituksena on se, että opetustarkoitukseen rakennetaan mahdollisimman selkeä ja monipuolinen kokonaisuus, jota kurssia pitävä opettaja pystyy muuttamaan tarvittaessa sellaiseksi, mikä hänelle parhaiten sopii.

Asiasanat: Rakennuspuusepäntekniikka, verkkokurssi, opetusmateriaali

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Wood Technology

LOUHENVIRTA, JOEL: Planning an online course on woodline  
Joinery technology

Bachelor's Thesis in wood technology, 61 pages

Spring 2018

## ABSTRACT

---

The objective of this bachelor's thesis was to design an online course for joinery technology which students can use along with contact teaching in Lahti University of Applied Sciences.

This thesis is concentrated in joinery technology in general and all the areas that belong to it. These are, for example, the different products, production methods and uses for the products. I am also going to explain how to build a good online course. Moodle will be the platform for this online course.

Joinery technology is focused on the manufacturing processes of doors, windows, staircases and floors. Primary objective of this course is that the student knows to describe the production methods and the uses for the products in joinery technology. The joinery technology course gives students five credits and is compulsory for students in material technology.

Purpose of this online course is that students will get a comprehensive understanding about joinery technology and they know how to participate on online courses in the future. Purpose for designing the course is to build a clear and diverse online course. Teacher who upholds the course can also make the course the way he wants to match his or her timetable.

Keywords: Joinery technology, online course, teaching material

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KURSSIN PÄÄTAVOITTEET	2
2.1	Kurssin kuvaus	2
2.2	Rakennuspuusepäntekniikka	2
2.3	Vaatimukset ja standardit	3
3	RAKENNUSPUUSEPÄNTEKNIIKAN VERKKOKURSSI	4
3.1	Verkkokurssin rakentaminen ja suunnittelu	4
3.2	Opetusmateriaalin kerääminen	5
3.3	Kurssin ulkoasu	6
4	IKKUNOIDEN VALMISTUS	7
4.1	Oikean materiaalin valinta	7
4.2	Rakenne	7
4.2.1	Huolto	9
4.2.2	Kunnostaminen	10
4.3	Valmistus	10
4.4	Valmistajat ja myyjät	11
4.4.1	Ii-ovet ja ikkunat	11
4.4.2	Alavus ikkunat Oy	12
4.4.3	Tiivi Oy	13
4.4.4	Skaala Group Oy	13
4.4.5	Pihla	13
4.4.6	Lammin ovet ja ikkunat	14
5	OVIEN VALMISTUS	15
5.1	Mallit, mitoitus ja rakenteet	15
5.2	Valmistus	17
5.2.1	Työstövaiheet	17
5.2.2	Käyttökohteet	19
5.3	Valmistajat ja myyjät	19
5.3.1	Jeld Wen Suomi Oy	19
5.3.2	Kaski Oy	20
5.3.3	Edux-ovet Oy	20
5.3.4	Mattiovi Oy	20

6	PORTAIDEN VALMISTUS	21
6.1	Porrasmallit	21
6.2	Valmistus	22
6.2.1	Materiaalin valinta	22
6.2.2	Työvaiheet	23
6.3	Käyttökohteet	24
6.4	Valmistajat ja myyjät	28
6.4.1	Westwood Oy Ab	28
6.4.2	Tähtiporras Oy	29
6.4.3	Lappiporras Oy	29
7	LIIMAT	31
7.1	Puuliimat	31
7.1.1	Polyuretaani	31
7.1.2	Polyvinyyliasetaatti	31
7.1.3	Urea-formaldehydi	32
7.1.4	Epoksi	32
7.2	Liiman valinta	33
7.3	Valmistajat ja myyjät	35
7.3.1	Kiilto Oy	36
7.3.2	Prefere Resins Finland Oy	36
8	TYÖTURVALLISUUS	37
8.1	Työturvallisuuden periaatteet	37
8.2	Koneiden käyttöönotto	38
8.3	Koneiden huoltaminen	38
8.4	Sammuttimet ja sammutteet	38
8.5	Imurit	39
8.6	Sammutusaineet	40
8.6.1	Hiilidioksidi	40
8.6.2	Vesi	41
8.6.3	Jauhesammutus	42
8.7	Sammutustekniikat	43
8.7.1	Tukahduttaminen	43
8.7.2	Jäähdyttäminen	44
9	STANDARDIT	45

9.1	Rakennuspuusepänteollisuuden standardit	45
9.2	Ikkunat	45
9.2.1	Energiatehokkuus	46
9.2.2	Paloluokitus ja äänieristys	47
9.3	Ovet	48
9.3.1	Energiatehokkuus	49
9.3.2	Paloluokitus ja äänieristys	49
9.4	Portaat	50
9.5	Liimat	50
9.5.1	Ominaisuudet	51
9.5.2	Sääolosuhteet	51
9.6	RT-kortit	52
9.6.1	Rakennustieto Oy	52
9.6.2	Ammattiopetustarkoitus	53
10	YHTEENVETO	54
10.1	Materiaalin saatavuus	54
10.2	Materiaalin esitys	54
10.3	Omat ajatukset	54
	LÄHTEET	56
	LIITTEET	61

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella verkkokurssi ja sen aineisto Lahden ammattikorkeakoulun kurssi- ja opetustarjontaan. Kurssin aiheena on rakennuspuusepäntekniikka.

Työssä paneudutaan yleisesti rakennuspuusepäntekniikkaan ja siihen liittyviin aiheisiin, kuten rakennuspuusepänteollisuuden tuotteisiin, tuotantomenetelmiin ja käyttökohteisiin. Samalla mietitään työturvallisuutta ja taloudellisia kuluja sekä hyötyjä.

Opetuksen siirtäminen verkkoon on hyvä vaihtoehto etäopiskeluun Moodlessa ja uusien viestintämenetelmien kokeiluun. Näitä ovat esimerkiksi Yammer. Rakennuspuusepäntekniikan laajuus on viisi opintopistettä.

Verkko-opiskelu itsessään on hyvä vaihtoehto kontakti-opetukselle, koska jos lukuvuodelle on paljon kursseja suunniteltu, opettaja ei välttämättä ehdi pitää kaikista kursseista kontakti-opetusta. Verkkokurssit on tehty helpottamaan sekä opiskelijan että opettajan työskentelyä.

## 2 KURSSIN PÄÄTAVOITTEET

### 2.1 Kurssin kuvaus

Kurssin tarkoituksena on se, että opiskelija oppii tuntemaan eri rakennuspuusepäntekniikan tuotantomenetelmiä. Rakennuspuusepän tekniikkaan kuuluu yleisellä tasolla ovet, ikkunat ja portaat. Kurssin osaamistavoitteisiin sisältyy kyseiset asiat: opiskelija osaa kuvata rakennuspuusepänteollisuuden tuotteet, niihin liittyvät tuotantomenetelmät sekä käyttökohteet.

Opiskelija osaa valita oikean materiaalin ja työstökoneen- ja menetelmän rakennuspuusepäntuotteille. Opiskelijan on osattava valita oikea liima eri käyttötilanteissa ja analysoida liimojen ominaisuuksia. Opiskelijan on myös osattava ottaa huomioon rakennuspuusepänteollisuuden tuotteiden käyttöön liittyviä rakentamismääräyksiä ja ohjeita.

### 2.2 Rakennuspuusepäntekniikka

Rakennuspuuseppä ammattina itsessään käsittää käytännössä rakennustyömailla ja talotehtaissa rakenneosien asennus- ja viimeistelytyötä. Tosiasiassa rakennuspuusepän ammattiin liittyy monia eri osa-alueita, kuten valmistus- ja suunnittelutyöt.

Kun mietitään, mitä kaikkea rakennuspuusepäntekniikka pitää sisällään, siihen voidaan laskea Ikkunat, ovet, lattiat ja portaat. Jokainen näistä osa-alueesta on erilainen, koska jokaisella on omat rakentamismääräykset ja standardit. Ikkunoilla ja ovilla on omat energiatehokkuusluokituksensa ja rakennusmääräykset siitä, miten niistä saadaan paloturvalliset ja standardien mukaiset.



### 2.3 Vaatimukset ja standardit

Jokaisella osa-alueella rakennuspuusepäntekniikassa on omat standardinsa ja määräyksensä. Näihin standardeihin yleensä kuuluvat paloluokitukset, äänieristykset, energiatehokkuus ja CE-merkintä.

Standardit on tehty laatu- ja turvallisuussyistä. Valmistus- ja tuotantoprosesseissa on omat standardinsa ja jokaisen tuotteen on täytettävä nämä standardit, jotta ne voidaan asettaa myyntiin.

Standardeja ja RT-kortteja saa ostettua verkosta, esimerkiksi rakennustieto.fi – sivustolta. Opetustarkoitukseen niitä saa koululta ilmaiseksi, mutta opiskelijalla on oltava voimassa olevat tunnukset. Monella puutekniikan kurssilla opiskelijoilla on käytössään jokaiseen osa-alueeseen liittyvät standardit ja niitä käytetään erityisesti laboratoriotöissä ja muissa vastaavissa harjoitustöissä.

### 3 RAKENNUSPUUSEPÄNTEKNIIKAN VERKKOKURSSI

#### 3.1 Verkkokurssin rakentaminen ja suunnittelu

Lahden ammattikorkeakoulussa käyttöjärjestelmänä on Moodle. Tässä osiossa kerron omia ajatuksiani liittyen verkkokurssin suunnitteluun ja rakentamiseen. Kerron myös samalla millaisen ulko-asun olen suunnitellut ja kuinka opetusmateriaali kerätään Moodleen. Verkkokurssin suunnittelu alkaa rajauksella. Kurssin suunnitteleminen verkkoon on osa tätä opinnäytetyötä. Rajausta täytyy tehdä siten, että se on laaja ja kattaa monipuolisesti asiat. Pitää kuitenkin muistaa, että rajausta ei ole liian laaja, ettei siinä käsitellä liian paljon yhtä asiaa. Viestinnän toimivuus on tärkeää, koska siten opiskelija, kurssin järjestävä opettaja sekä kurssin muut opiskelijat voivat kommunikoida paremmin keskenään.

Rakennuspuusepäntekniikan verkkokurssia suunniteltaessa on hyvä pitää huoli siitä, että kaikki tarpeelliset asiat liittyen rakennuspuusepänteollisuuteen käsitellään kurssilla.

Moodle on yleisin korkeakoulujen käytössä oleva verkko-opetusympäristö. Jotta opettaja voisi itse käyttää Moodlea, täytyy hänen itse opetella sen käyttö, jotta hän osaa soveltaa sitä opetuksessa. Ennen kuin opettaja voi kerätä materiaalia Moodleen, hänen täytyy ensin olla liitetty jonkin kurssin opettajaksi. Jos opettajalla ei ole oikeuksia Moodleen, on hänen pyydettävä ylläpitäjältä siihen lupa. Kun kurssia lähdetään suunnittelemaan, täytyy siihen tehdä rajausta: Mitkä asiat ovat kurssin ja opetuksen kannalta kaikkein tärkeimpiä ja mitkä asiat kannattaa karsia pois. Kun puhutaan rakennuspuusepäntekniikasta, rajausta kannattaa tehdä tiettyihin osa-alueisiin, kuten rakenneosiin ja niiden suunnitteluun. (Moodle 2 2013, 32.)

Opettajan täytyy huolehtia, että kurssi on hyvin suunniteltu ja se sisältää tarpeelliset tiedot, kuten sisällön ja osaamistavoitteet ja vaatimukset. Kursseilla on tunnuksena oma lyhenteensä, eikä kahdella kurssilla saa

olla samaa lyhennettä. Moodlessa kurssit käyttäytyvät eri tavalla riippuen kurssimuodosta. (Moodle 2 2013, 33.)

Verkkokurssi on tarkoitus rakentaa siten, että se on viiden opintopisteen kokoinen ja se käsittää ovet, ikkunat, portaat, liimat, työturvallisuuden sekä standardit ja määräykset. Jokaisesta osiosta luodaan omat teoriapaketit ja etsitään omat videot. Jokaisesta osiosta tulee oma pieni kokeensa. Kokeet olen suunnitellut siten, että niitä voi olla kolmea erilaista tyyppiä. Kokeiden tekemisessä olen ottanut huomioon sen, että kurssin pitäjällä saattaa olla muita kursseja samaan aikaan. Kokeet ovat kirjallisia, monivalintoja tai molempia. Kurssin pitäjällä on täten valinnan varaa järjestää kurssi hänen aikataululleen sopivaksi.

### 3.2 Opetusmateriaalin kerääminen

Opetusmateriaalin kerääminen itsessään oli haastava prosessi, koska rakennuspuusepänteollisuuteen liittyviä kirjoja löytyy yllättävän vähän. Verkkokurssiin liittyviä teoksia löytyy muutamia, mutta lainasin tuon Moodleen liittyvän käsikirjan, koska siitä on enemmän apua Moodlen kurssia rakentaessa. Muista verkkokurssiin liittyvistä teoksista on varmasti hyötyä, mutta tässä tapauksessa Moodlen käsikirja antaa paremman tiedon kurssin suunnittelusta ja rakentamisesta.

Rakennuspuusepänteollisuudesta ei löytynyt yhtä isoa teosta, joten jouduin etsimään tietoa jokaisesta osa-alueesta erikseen. Suurempi teos olisi helpottanut tiedon etsimistä ja liialliset kirjalliset sekä elektroniset lähteet olisivat pysyneet mahdollisimman vähäisinä. Tätä asiaa onneksi helpotti se, että tänä päivänä on internet-sivuja, joista löytyy tietoa helposti. Hain tietoa puuproffasta, puuinfosta sekä yritysten omilta kotisivuilta.

Oppimateriaalit ja videot kerätään reppukurssille. Jokaiseen teoriapakettiin käytän opinnäytetyöhön kirjoitettuja tekstejä, joita muokkailen tarvittaessa selkolukuisemmiksi, jotta opetustarkoitukseen tarkoitettut asiat ovat esillä. Teoriapaketit tulevat olemaan pdf-muodossa, Word-tiedostoissa sekä

Powerpoint-muodossa. Tiedostomuotoja on useita, koska olen lisännyt kurssialueelle omien tuotosteni lisäksi muiden opettajien materiaaleja. Materiaalia pystyy keräämään Moodleen monessa eri tiedostossa. Materiaalin kerääminen Moodleen on hyvin yksinkertaista.

Videomateriaalin kerääminen Moodleen on helppoa. Kun tiedosto halutaan lisätä, kopioidaan verkko-osoite kenttään ja tuodaan se videomuodossa kurssipohjalle. Esimerkiksi Youtubesta löytyy paljon suomen- ja englanninkielisiä opetus- ja muita rakennuspuusepänteollisuuteen liittyviä videoita.

### 3.3 Kurssin ulkoasu

Ulko-asultaan kurssi on seuraavan lainen: Jokaiselle osa-alueelle tulee omat teoriapakettinsa, videot ja tentti. Kurssin oikeaan ylälaitaan tulee suoritusmittari, josta opiskelija näkee edistymisensä. Kurssiin sisältyy kuusi osa-aluetta eli yhteensä on siis kuusi koetta. Jokaisesta kokeesta saa kuusi pistettä ja yhteispistemäärä on 36 pistettä. Kurssin läpäisyyn tarvitaan puolet pisteistä. (Liite 1.)

Pisteytyksen olen suunnitellut siten, että 18 - 21 p= 1, 22 - 25 p= 2, 26 - 29 p= 3, 30 - 33 p= 4 ja 34 - 36 p= 5. Yleensä kun kurssija järjestetään, niin pisteytykset tehdään siten, että kolmas osa pisteistä on saatava, jotta kurssin saa läpäistyä. Tästä verkkokurssista saa kuitenkin viisi opintopistettä, joten kurssin suorittamisenkin on tästä syystä oltava vähän vaativampi. Uskon kuitenkin, että kurssille osallistuvat opiskelijat saavat kurssin suoritettua, koska kurssin kokeissa keskitytään tuotantoprosesseihin ja käytännön asioihin, joka tehdään kurssin kuvauksessa selväksi. (Liite 1.)

## 4 IKKUNOIDEN VALMISTUS

### 4.1 Oikean materiaalin valinta

Valittaessa oikeaa puulajia ikkunoihin on yleensä syytä valita sellainen puulaji, jossa on oksia. Oksien määrä on ulkonäön kannalta hyvä ottaa huomioon, koska jos puussa ei ole oksia juuri ollenkaan, se antaa kuvan, että kyseinen puulaji ei ole kovin laadukas. Ikkunoita valmistettaessa tarvitaan myös lasia, liimaa ja heloja sekä myös mahdollisesti pellavaöljymaalia tai lakkaa. Tänä päivänä on tarjolla useita eri vaihtoehtoja, esimerkiksi lasi voi olla tavallisen lasin sijasta lämpösäteilyä suodattava lasi tai erityislaselementti. Pintakäsittelyyn on myös tarjolla perinteisten eläin- ja kasvipohjaisten tuotteiden lisäksi tarjolla myös synteettisiä aineita. (Mikkola, Böök 2011, 105.)

Suomessa yleisesti käytetty puulaji on mänty, mutta joissain tapauksissa käytetään myös kuusta ja tammea. Nämä puulajit ovat kovia ja hyvin säätä kestäviä, mutta kalliita. Puun laatuun vaikuttavat kasvuolosuhteet ja niiden muutokset. Puun lujuuteen vaikuttavat vuosirengastiheys, kosteus, oksaisuus ja syysuunta. (Mikkola, Böök 2011, 105.)

Kun puuta valitaan rakennustarkoituksiin, on syytä kiinnittää huomiota puiden vuosirengaskehitykseen. Männyn tapauksessa jos kasvuolosuhteet ovat liian hyvät ja mänty kasvaa liian nopeasti, syntyy paljon heikkosoluista kevätpuuta, jossa vuosirenkaiden paksuus on toista senttimetriä. Tällöin mänty ei kelpaa rakennuspuuksi. Täten männyn kasvu tulee olla hidasta. (Mikkola, Böök 2011, 105.)

### 4.2 Rakenne

Tänä päivänä yleisin ikkunatyyppe on puu-alumiinirakenteinen MSE-ikkuna. Sisäpuutteessa on kaksilasinen erityislasi ja ulkopuutteessa vain yksi lasi. Ulkopuite on alumiininen. Ikkuna koostuu karmista, puitteesta listoituksesta ja laseista. (Ikkunawiki 2017.)



KUVIO 1. Puu-alumiini ikkunan rakenne 1-17 (Ikkunawiki 2017)

Alla on lueteltuna puu-alumiini ikkunan osat.

1. Sisäpuite, joka on varustettu kaksilasisella erityiselementillä
2. Sisäpuitteen sisempi tiiviste
3. Sisäpuitteen ulompi tiiviste
4. Ulkopuite, joka on varustettu taskulasitetulla yksinkertaisella tasolasilla
5. Ulkopuitteen tiiviste
6. sisäpuitteen lasituslista
7. Tuuletusikkunan pitkäsuljin
8. Kiintopainike
9. Ikkunalukon vastakappale
10. puiteliuku
11. Lyhytpuiteliuku/kynteliuku
12. Pulttisaranan holkkiosa
13. Pulttisaranan haarukkaosa
14. Saranatappi

15. Tuuletusosan aukipitolaitteen tukiholkki ja tukipultti ikkunan yläosaan
16. Tuuletusosan aukipitolaitteen tukiholkki ja tukipultti ikkunan alaosaan
17. Karmi (Ikkunawiki 2017)

Alumiinipuite on yleensä polttomaalattu. Alumiinipuitteen maalipinnalla ei ole irtoamistaipumusta eikä sitä tarvitse korjausmaalata. Alumiini on säänkestävä materiaali, joka säilyttää säänkestävyytensä myös maalaamattomana sen pintaan muodostuvan oksidikerroksen vuoksi. Nykyään Euroopassa ja Suomessa on käytössä myös niin kutsuttuja PVC-ikkunoita eli muovi-ikkunoita. Keski-Euroopassa polyvinyylikloridia käytetään ikkunan puitteiden materiaalina. Suomessa tosin tämä materiaali on ikkunarakenteissa harvinaista, mutta PVC-ikkunoita maahantuodaan Saksasta. PVC on materiaalina helppo hoitaa eikä se vaadi minkäänlaista huoltoa, mutta rikkoutunutta osaa ei voi korjata. Lasituksessa muovia käytetään vain erityistapauksissa. Muovi- ja PVC-ikkunalla tarkoitetaan käytännössä lasista ikkunaa, jonka karmi on muovirakenteinen tai muovirakenne on vahvistettu alumiinilla. PVC:tä voidaan käyttää myös muiden ikkunatyyppeiden tiivisteissä. (Ikkunawiki 2017.)

#### 4.2.1 Huolto

Ikkunoita huolletaan tänä päivänä käytännössä pesemällä ja korjausmaalaamalla. Pesemisessä on kiinnitettävä huomiota siihen, että jos ikkunat ovat pinnoitettuja niin, silloin kannattaa välttää hankaavia työkaluja ja puhdistusaineita. Ikkunat kannattaa pestä yleensä kerran vuodessa. Puurakenteisten ikkunoiden kuntoa on tarkkailtava säännöllisesti. Maalipinnan kunnon lisäksi on huolehdittava pellityksestä, tiivistyksistä sekä rakenteiden yleiskunnosta. Ikkunarakenteisiin ei saa päästä vettä ja kosteuksien on päästävä kuivumaan. (Ikkunawiki 2017.)

Kun esimerkiksi perinteisiä puuikkunoita kunnostetaan, käytäntö on yleensä sellainen, että vanhaa taloa tulee kunnioittaa ja kunnostaa ikkuna sen mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että ylikorjausta tulee välttää ja että

ikkuna on esteettisesti sopusuhtainen rakennuksen kanssa. Muovimaaleja kannattaa välttää, koska ne aiheuttavat lahovaurioita. Perinteistä puuikkunaa kunnostettaessa on syytä muistaa seuraavat periaatteet:

1. Selvitetään vauriot ja korjataan ne
2. Vältetään ylikorjauksia: ei korjata kunnossa olevaa eikä uusita vanhaa
3. Ikkunan rakenne ja ulkonäkö on säilytettävä entisellään
4. Tehdään vain muutoksia, jotka ovat helposti palautettavissa
5. Alkuperäisten materiaalien säilytys on suositeltavaa
6. Perinteiset korjaustavat ja materiaalit
7. Ympäristöystävälliset tuotteet
8. Toimintatavat rakennuksen ehdoilla eikä nykystandardeilla
9. Huolletaan ikkunoita säännöllisesti ja tarpeellisesti (Böök, Mikkola 2011, 187.)

#### 4.2.2 Kunnostaminen

Kunnostuksia tehtäessä on mietittävä sitä, mitä kunnostuksilla tavoitellaan. Esimerkiksi arvokunnostuksissa on syytä pyrkiä siihen, että ikkunan alkuperäisyys säilytetään mahdollisimman ennallaan. Vanhoja puuikkunoita voi palauttaa alkuperäiseen muotoonsa hyvin kohtuullisin korjauksin. (Böök, Mikkola 2011, 185 - 187.)

Ikkunoiden kunnostuksissa halutaan parantaa ikkunan lämmöneristävyyttä ja toimivuutta. Alkuperäisiä materiaaleja ei kannata säilyttää, jos ikkunan rakenteen toimintatapaa aiotaan muuttaa. Vaurioituneet osat kannattaa uusida. Kunnostuksissa kannattaa pyrkiä myös siihen, että vanhat huonokuntoiset materiaalit korvataan samoilla parempikuntoisilla materiaaleilla. (Böök, Mikkola 2011, 185.)

#### 4.3 Valmistus

Ikkunoiden teollinen valmistus tapahtuu tarvittavien osien, lasielementtien ja sälekaihtimien tilauksella. Ikkunan puuosat, sisäpuitteet ja karmit sahataan tarvittaviin mittoihin. Tämän jälkeen osat siirtyvät koneistuslinjoilta pintakäsittelyyn. Pintakäsittelyn jälkeen puiteosat heloitetaan, tiivistetään, lisätään lasitus ja sälekaihtimet. Ikkunan karmit



tiivistetään, heloitetaan ja kasataan kehäksi. Samaan aikaan valmistetaan myös ulkopuitteet ja karmilistat. Ulkopuitteet valmistetaan tänä päivänä alumiinista. Kun valmistuksessa tullaan asennusvaiheeseen, kaikki puitteet ja karmit yhdistetään toisiinsa. Samalla asennetaan myös tuuletusikkunoiden laitteet ja ilmanvaihtotenttiilit. (Ikkunawiki 2017.)

Teollinen ikkunoiden valmistus on tänä päivänä pitkälle automatisoitua työtä. modernissa on pääasiassa kaksi työvuoroa. Mittatilaus ikkunat vaativat työtä yhteensä kahden työvuoron verran ja asiakas saa ikkunan noin 3-6 viikon sisällä, kun tilaus on tehty. (Ikkunawiki 2017.)

#### 4.4 Valmistajat ja myyjät

Tässä osiossa on lueteltuna suomalaisia ikkunanvalmistajia sekä heidän tuotteistaan ja toimintatavoistaan. Suomessa tänä päivänä on hyvin vähän yksittäisiä ikkunavalmistajia ja suurin osa ikkunavalmistajista valmistaa myös ovia.

Suomalaiset ikkunavalmistajat ovat monissa tapauksissa perheyriityksiä. Monet ikkunavalmistajat ovat myös osana suurempaa kotimaista tai ulkomaista konsernia. Alla on lueteltuna ikkunavalmistajista suurimmat.

##### 4.4.1 Ii-ovet ja ikkunat

Ii-ovet ja ikkunat on Iin kunnassa sijaitseva perheyritys. Yritys valmistaa ikkunoita mittatilaustyönä niin suuriin kuin pieniin kohteisiin. Kaikissa ikkunoissa on CE-merkintä. Yrityksellä on myös oma rahoitusjärjestelmä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että firma tarjoaa ovi- ja ikkunaremontteihin rahoitusta. Laina ei tarvita takauksia tai vakuuksia vaan yritys tarjoaa joustavan maksuajan. Luoton suuruus voi olla jopa 30 000 euroa ja maksut tapahtuvat kuukausittain tasaerissä. Lainan voi myös maksaa kerralla pois. (Ii-ovet ja ikkunat 2017.)

#### 4.4.2 Alavus ikkunat Oy

Alavus ikkunat Oy on vuonna 2003 perustettu yritys. Yhtiön tehdas sijaitsee Alavuksella ja konttori Rantatöysällä. Yhtiöllä on tietotaito ikkunoiden valmistukseen, vaikka se on moniin muihin yrityksiin verrattuna uudempi. Yritys syntyi Alavudella vuonna 2002 tehtyjen yritysjärjestelyjen seurauksena. Tänä päivänä yritys työllistää noin 100 henkilöä ja tehtaalla valmistetaan noin 60 000 ikkunaa vuodessa. Vuonna 2007 tehtaaseen tehtiin laajennus ja tämän seurauksena tuotantotilaa on käytettävissä 5400 m<sup>2</sup> ja varasto tilaa on yhteensä noin 800 m<sup>2</sup>. Alavus ikkunat Oy on yksityisomistuksessa ja sen liikevaihto oli vuonna 2017 noin 15 miljoonaa euroa. (Alavus Oy 2018.)

Alavus ikkunat Oy:n mallistoon kuuluvat perinteiset avattavat puu sekä puualumiini-ikkunat. Puu-alumiini-ikkunan karmi ja sisäpuite on tehty puusta ja ulkopuite itsessään on valmistettu alumiinista. Puuikkunassa alakarmin ja vaakavälikarmin verhoukseen käytetään alumiinia. Puu-alumiini-ikkuna on tänä päivänä suosituin, koska se tarvitsee hyvin vähän huoltoa. Alumiini- ja puupinnat on silti hyvä tarkastaa säännöllisin väliajoin ja tehdä mahdollisia huoltotoimenpiteitä. Yritys valmistaa ikkunat mittojen mukaan, joten ne soveltuvat uudis- ja saneerauskohteisiin. Tuotekantaan kuuluu myös perusikkunoiden lisäksi paloikkunat, lämpöikkunat, sekä täysalumiini-ikkunat. Ikkunat kuuluvat yleensä parhaaseen energiatehokkuusluokkaan ja kaikissa ikkunoissa on CE-merkintä. Puuosissa käytetään tervettä, sormijatkettua oksatonta mäntyä. Puuosat voidaan myös pintakäsitellä joko maalaamalla, lakkaamalla, suojakäsitellä tai kuultokäsitellä haluttuun sävyyn. Vakiona pintakäsittely sisältää elektrostaattisen maalauksen välihionnalla. Valkoinen on vakiosävy, mutta esimerkiksi pähkinää ja tammea on saatavana asiakkaan toiveen mukaan. (Alavus Oy 2018.)

Pintakäsittelyaineet Alavus Oy ostaa suomalaiselta Teknos Oy:ltä. Kaikissa ikkunoissa käytetään selektiivipinnoitteena argonkaasua. Lasit

ovat 4 mm paksuja ja täyttävät standardin SFS 4704. Lasit voidaan valita käyttökohteen mukaan. (Alavus Oy 2018.)

#### 4.4.3 Tiivi Oy

Tiivi Oy on Haapajärvellä toimiva vuonna 1977 toimintansa aloittanut ikkunavalmistaja. Yritys valmistaa montaa erilaista ikkuna-mallia, joita ovat maisemaikkunat, kulmaikkunat kippi-ikkunat, paloikkunat sekä kristalli-ikkunat. Kristalli-ikkunat ovat rakenteeltaan kestävämpiä kuin tavalliset lasi-ikkunat. (Tiivi 2017.)

#### 4.4.4 Skaala Group Oy

Skaala Group Oy on Kauhavalla toimiva ikkunoita ja ovia valmistava perheyritys. Se on virallisesti Suomen toiseksi suurin ikkuna- ja ovien valmistaja ja Suomen suurin ikkunavalmistaja. Yhtiön ikkunakantaan kuuluvat puu- sekä puu-alumiini-ikkunat. Yritys myy tuotteitaan Suomen lisäksi myös Ruotsissa, Venäjällä ja Iso-Britanniassa. Vuonna 2016 Yhtiö hakeutui konkurssiin ja pääsi syksyllä 2017 yrityssaneeraukseen, jossa itävaltalainen IFN Group osti 80 prosenttia yrityksen osakekannasta. (Skaala 2018.)

#### 4.4.5 Pihla

Pihla on vuonna 1990 perustettu Ruovedellä toimiva ovi- ja ikkunavalmistaja. Tiivi Oy:n kanssa Pihla kuuluu Inwido-konserniin. Ikkunoissa Pihlalla on kaksi tuoteperhettä: Varma ja Termo. Näitä tuoteperheen malleja voi valita sekä umpinaisina sekä avattavina malleina. Saatavana on myös perusikkunoita, joita saa A-luokan malleina. Paloikkunoita valmistetaan mittatilaustyönä. Pihla antaa ikkunoilleen 25 vuoden lahoamattomuustakuun. (Pihla 2017.)

#### 4.4.6 Lammin ovet ja ikkunat

Lammin ikkunat ja ovet on vuonna 1972 perustettu ovi- ja ikkunavalmistaja. Yritys aloitti ensin ikkunavalmistajana, mutta myöhemmin laajensi oviteollisuuteen. Yhtiö valmistaa energiatehokkaita ikkunoita ja ikkunoiden valmistukseen käytetään aina kotimaisia raaka-aineita. Alumiini-osat ovat ainoat, mitä ei valmisteta Suomessa. (Lammin ikkunat ja ovet 2017.)

Lammin ikkunat ja ovet kierrättää kaiken kierrätettävissä olevan materiaalin. Puujäte muutetaan energiajätteeksi. Yritys tarjoaa myös suunnittelupalveluja helpottamaan asiakkaan ikkunan valintaa. (Lammin ikkunat ja ovet 2017.)

## 5 OVIEN VALMISTUS

### 5.1 Mallit, mitoitus ja rakenteet

Ovia on erilaisia: ovia, joista kuljetaan ja ovia, joita käytetään keittiön tai olohuoneen kaapistoissa. Ovet yleensä jaetaan kahteen eri pääryhmään: sisäoviin ja ulko-oviin. Sisäovia on olemassa useita erilaisia: laakaovia, kehysovia ja peiliovia. Näillä kolmella ovityypeillä on omat luokkansa, joita ovat kevyt, lujat ja massiiviovet.

Laakaoven tunnistaa siitä, että sen pinta on sileä. Niitä valmistetaan myös kuvioituina, mutta yleisstandardi laakaoville on se, että ne ovat sileitä.

Laakaoville on kolmea erilaista rakennetta: kevytlaakaovet, lujalaakaovet sekä massiivilaakaovet. Laakaovien valmistus tänä päivänä on keskittynyt muutamille isoille valmistajille, kuten Jeld Wenille ja Mattiovi Oy:lle.

Laakaovien valmistus on hyvin pitkälle automatisoitua ja isoja puristimia vaaditaan. On syytä muistaa, että moduulimitta ei ilmoita oven tarkkaa kokoa vaan sen aukon koon, johon ovi on tarkoitus asentaa. (Jeld Wen 2017a.)

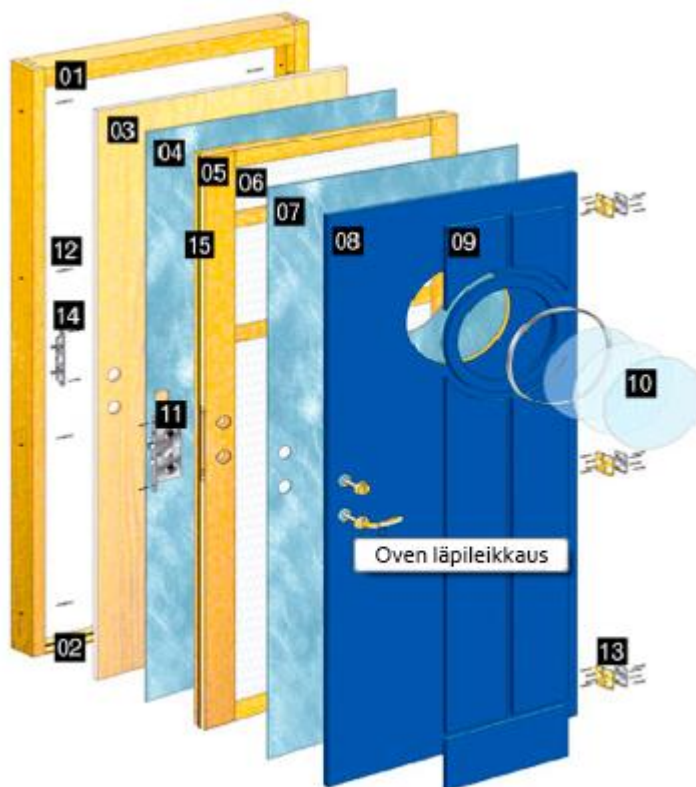
Ovissa ja niiden karmissa käytetään moduulimittoja. Yksi moduuli (M) on 100 mm. Ennen kuin ovea tilataan, kannattaa asennusaukko mitata. Karmin molemmille sivuille ja yläpuun päälle on hyvä jättää 10- 20 mm välinen aukko. Hyvänä esimerkkinä voidaan ottaa, että jos asennusaukon mitat ovat 900 x 2100, valitaan siihen 890 x 2090 karmi. Oven kooksi valitaan 9 x 21M. (Jeld Wen 2017a.)

Ovien materiaali riippuu oven käyttötarkoituksesta. Sisä- ja väliovissa suositaan kuitulevyä. Sisäovien ominaisuudet eroavat toisistaan.

Ovivalmistajat, kuten Jeld Wen, valmistavat sisäovet siten, että niihin saa mahdollisuuksien mukaan valita useita erilaisia pinta- ja lasivaihtoehtoja.

Kehysovia valmistetaan ulko- ja sisäkäyttöön. Suomessa yleisin käytetty raaka-aine on terveeksainen mänty. Materiaali valitaan siten, että

männysssä on oksia vähän joka paikassa, koska tämä saa oven näyttämään laadukkaalta. Jos oksia olisi vähän, ovi näyttäisi vajaalaatuiselta. Dimensiot ovat yleensä 50x100 ja kosteus on 8 - 10 %. Kehysoven normaalipaksuus on yleensä 40mm. (Jeld Wen 2017b.)



Kuvio 2. Ulko-oven rakenne 1-15 (Inwido 2018.)

Alhaalla on lueteltuna yllä olevan kuvan oven rakenneosat.

1. karmi
2. Kynnys
3. Vaneri/levy
4. Alumiinilevy
5. Kehys
6. Eristys
7. Alumiinilevy
8. Levy
9. Koristelu/Pintakäsittely
10. Lasi
11. Lukko
12. Karmiruuvit
13. Saranat
14. Varmuusvastarauta
15. Tiiviste (Inwido 2018)

Oven karmi valmistetaan tavallisesti männystä ja mitoilla 40 x 105 mm. Karmiin tehdään esiporaukset ennen kuin ne porataan karmiruuveilla kiinni. Oven kynnyksen valmistetaan jalopuusta, jossa on alumiinista valmistettu kulutuslista. Ovilevy on molemmin puolin päällystetty HDF-levyllä. Ovien päällyste on ristiinliimattua vaneria, jos käytetään tammi-, mänty- tai teak-ovea. Ovilevyn sisä- sekä ulkopinnoissa on ovea tukevoittava ja kosteudelta suojaava 0,5 millimetrin alumiinilevy. Alumiinilevyn tarkoituksena on estää oven vääntymistä. Oven kehys valmistetaan massiivipuusta ja materiaali on tässä tapauksessa mänty. Oven eristysaineena käytetään ympäristöystävällistä solumuovieristystä. Paloluokitelluissa ovissa suositellaan käytettäväksi joko polyuretaani- tai kivivillaeristystä. Kun oveen asennetaan lasi, käytetään kolmilasista erityislasikasettia. Tänä päivänä useat ulko-ovet toimitetaan lukoilla varustettuina, joissa on maan standardivaatimukset. Saranat on kiinnitetty karmiin erillisellä kiinnityslevyllä. Oven mukana tulee myös varmuusvastarauta ja sen mukana säätöruuvit ja mekaanisesti säädettävät vastaraudat. Oven tiivisteet on valmistettu kestävästä silikonista.

## 5.2 Valmistus

Oikeanlaiseen työstötapaan voidaan vaikuttaa monella eri tavalla: valitsemalla oikea työstökone, oikea työstönopeus ja työstöterä. Ovia työstettäessä terämaterialit on valittava siten, että työstöjälki on mahdollisimman hyvä ja siisti. Oviaihio itsessään koostuu useista eri materiaaleista.

Alla on kerrottuna ovien työstötavat ja työstövaiheet sekä käyttökohteet. Työstöosio käsittää ovien ja karmien työvaiheet. Ovien käyttökohteissa puolestaan pohditaan käyttökohteen sopivaa valintaa.

### 5.2.1 Työstövaiheet

Oven valmistuksessa valmistetaan oviaihio sekä karmi. Karmin valmistuksessa pääsee helpommalla, jos käyttää valmiiksi sahattua

karmilautaa. Karmilauta voidaan sahata valmiiksi sirkkelillä. Tänä päivänä tämä on hieman helpompaa, koska ovet ovat pääasiassa vakiopaksuisia. Puutavaraliikkeissä karmilauta on höylätty pyöreäkulmaiseksi. Karmin valmistuksessa otetaan sopivan paksuista sydänpuuta, materiaalina on tavallisesti mäntyä. Siitä voidaan kaventaa tarvittaessa sopiva aihio. Höyläyksen jälkeen tehdään liitokset karmipaloihin ja karmi kootaan liimalla ja tarvittaessa ruuveilla. Raskaisiin peilioviin tätä ei kannata tehdä, koska sauma ei kestä. Peiliovet painavat enemmän kuin tavalliset pahviovet, joten karmiin on suositeltavaa tehdä jonkinlainen sormiliitos vähintään kolmella sormella. Nurkkaliitoksia tehtäessä on jätettävä käyntiväli, joka on minimissään 3 mm eli oven ja karmin väliin pitää jäädä 3 mm rako. kun karmin osat ovat valmiit, on vuorossa kasaaminen. Kasaamisen voi suorittaa joko ruuvaamalla tai liimaamalla. (Sihistin, 2008.)

Ovien valmistuksessa itsessään käytetään paljon aihioita. Tänä päivänä ovet ovat sovittuihin mittoihin katkaistuja ja valmiiksi höylättyjä. Laakaovien valmistus on keskittynyt vain muutamille ovivalmistajille. Ovien valmistus on automatisoitua ja vaatii suuret puristimet. Kehysovet valmistetaan solutuotannossa CNC-koneita käyttämällä. Karmien ja kehysten koneistukset voidaan hoitaa myös solutuotannossa. kokoonpanot suoritetaan kokoonpanopuristimilla. Tämän jälkeen on vuorossa enää pintakäsittely. Pintakäsittelylinjat ovat myös pitkälle automatisoituja. Pintakäsittelyssä suositaan vesiohenteisia tuotteita. (Oviopas, Rakennuskirja, 1988)



Kuvio 3. Oven kehän kasaus ja laakaoven puristin



### 5.2.2 Käyttökohteet

Ovia käytetään moniin eri kohteisiin. Sisätilojen väliovent sopivat olohuoneeseen, makuuhuoneeseen, WC-tiloihin ja eteiseen. Jokaiseen kohteeseen voi valita omanlaisensa oven: lasillisen, lukollisen tai umpinaisen oven. Julkisiin tiloihin suositetaan kulun esteettömyyttä ja äänieristyskykyä. Ravintoloihin suositellaan pariovia kulun esteettömyyden vuoksi ja toimistotiloissa umpinaisia ovia äänieristävyyden vuoksi. Umpinaisia ovia käytetään myös yksityisyyden vuoksi, mutta suuremmissa tiloissa käytetään myös liukuovia. (Liune, 2017.)

Ovien käyttökohdetta valitessa on myös tehtävä päätös millaisen oven tiettyyn käyttökohteeseen haluaa asentaa. Jos ovi joutuu ankaralle rasitukselle, ovi tarvitsee kunnossapitoa huomattavasti useammin. Oven on täten kestävä tuulen, sateen ja auringon vaikutuksia. (Inwido 2018.)

### 5.3 Valmistajat ja myyjät

Suomessa on paljon ovivalmistajia. Monet yritykset ovat tosin sellaisia, että he valmistavat sekä ovia että ikkunoita. Alla on lueteltuna yrityksiä, jotka valmistavat vain ovia.

Alla on lueteltuna suurimmat ovivalmistajat. Jos lueteltaisiin kaikki suomalaiset ovivalmistajat, niitä olisi huomattavasti enemmän. Tarkoitus on pitää tämä osio mahdollisimman tiiviinä ja selkeänä.

#### 5.3.1 Jeld Wen Suomi Oy

Jeld Wen Suomi Oy on suomalainen ovien valmistaja. Sen pääkonttori sijaitsee Vääksyssä ja myyntikonttorit Vääksyssä, Kuopiossa, Helsingissä ja Tampereella. Suomen tehtaot löytyvät Kuopiosta ja Vääksystä. Yritys työllistää yhteensä 280 henkilöä. Suomessa Jeld Wen aloitti toimintansa 1940-luvulla ja Vääksyn saha perustettiin 1946. Ennen Jeld Wen Suomi Oy:ksi nimeämistä yritys toimi erilaisilla toiminimillä, kuten Vest-Wood

Oviteollisuus, Suomen Ovi, Parmavalmiste ja Vest-Wood Suomi, jonka tuotteita tuolloin olivat Kilsgaard ja JITE. Vääksyssä sijaitseva tehdas on ollut osa yritystä vuodesta 1998 ja Kuopion tehdas vuodesta 2000 lähtien. Jeld Wen Suomi Oy sai nimensä vuonna 2008 ja Jeld Wen Ovet-tuotemerkki tuli tutuksi vuonna 2009. Yritys pyrkii toimimaan kestävän kehityksen mukaisesti. (Jeld Wen, 2017.)

### 5.3.2 Kaski Oy

Kaski Oy on Eero Kasken vuonna 1978 perustama ovi- ja ikkunavalmistaja. Yritys työllistää tällä hetkellä yli 200 ihmistä. Yrityksen tuotteiden suunnittelusta ja muotoilusta vastaa Tomi Paukkunen ja Ristomatti Ratia. Kaskipuu tuottaa kahdenlaista ovityyppiä: Classic- ja Design-ovimallistoa. (Kaski Oy 2015.)

### 5.3.3 Edux-ovet Oy

Edux-ovet Oy on Nivalassa vuonna 1990 perustettu perheyritys. Yritys valmistaa ulko- ja sisäovia sekä parveke- ja paneeliovia. Yrityksen ovet sopivat myös remontointiin ja saneerauksiin. Yrityksen tuote valikoima on laaja ja tuotteisiin on olemassa erilaisia kuviointeja. (Edux ovet Oy 2016.)

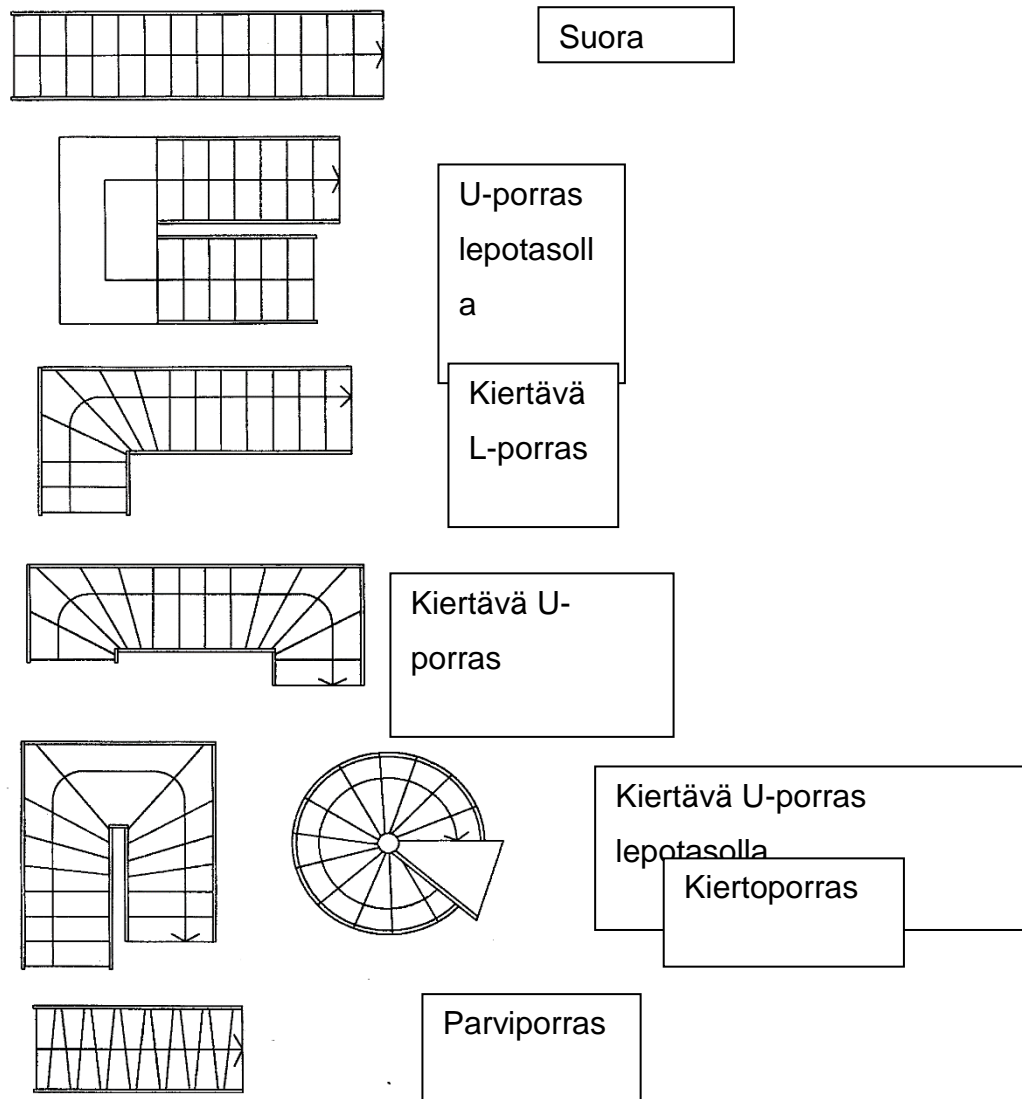
### 5.3.4 Mattiovi Oy

Mattiovi Oy on suomalainen sisäovien valmistaja, joka kuuluu Jeld Wen-konserniin. Yhtiöllä on tehtaita Laitilassa, Alavuksella ja Posiolla. Yrityksen pääasialliset asiakkaat ovat rakennusyhtiöt ja materiaalien välittäjät. Yrityksen tuotteisiin kuuluvat sisäovet, palo- ja äänieristysovet sekä karmit. 85 % valmistetuista tuotteista päätyy kotimaan markkinoille ja loput 15 % viedään Ruotsiin, Norjaan, Saksaan ja Venäjälle. (Mattiovi 2016.)

Mattiovi on laajentanut valikoimaansa siten, että se kattaa kaikki asuin- ja julkisten rakennusten ovet. Yrityksen erityisosaaminen on palo- ja ääniluokitelluissa sisä- ja ulko-ovissa. (Mattiovi 2016.)

## 6 PORTAIDEN VALMISTUS

### 6.1 Porrasmallit



Kuvio 4. Erilaiset porrastyypit

Yllä olevassa kuvassa on lueteltuna erilaisia porrasmalleja. Näitä porrasmalleja löytyy eri kohteista yksilökohtaisesti, koska jokainen kohde on erilainen. Porrasmalleihin kuuluu L, S1 ja S2, U1 ja U2 sekä Y-malliset portaat. Portaat suunnitellaan tilankäytön ja rakenteen perusteella. Suosituin porrasmalli on U1-malliset portaat. (Porraspuu Naukkarinen 2015.)

## 6.2 Valmistus

Tässä osiossa perehdytään portaiden valmistukseen, jotka käsittävät materiaalin valinnan, puun työstön, pintakäsittelyn ja asennuksen.

Portaikkoon kuuluu porraslankut, reisilankut ja käsijohteet. Materiaaleja voidaan yhdistellä, jotta asiakas saa mieleisensä portaikon. Puuportaot ovat muita porrasmateriaaleja edullisemmat. (Porraspuu Naukkarinen 2015.)

Portailla ja kaiteilla on korkeat laatuvaatimukset. Laatuvaatimukset keskittyvät mittaustarkkuuteen, materiaalin kestävyys ja asennukseen ja viimeistelyyn. Tänä päivänä portaot valmistetaan CNC-tekniikkaa käyttäen, mikä mahdollistaa hyvän laadun ja portaiden istuvuuden. (Porraspuu Naukkarinen 2015.)

### 6.2.1 Materiaalin valinta

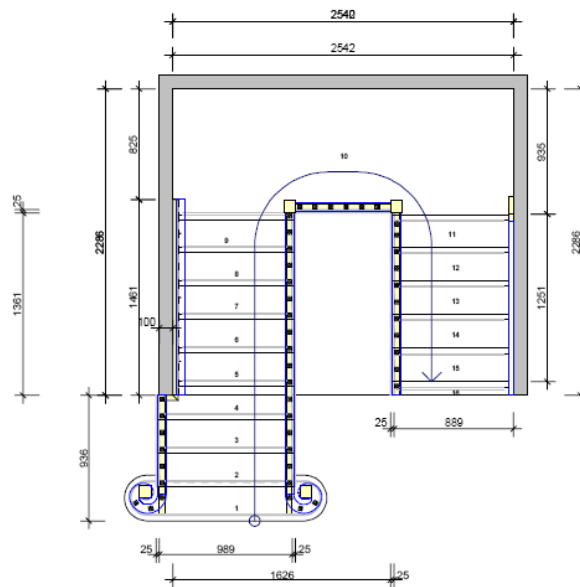
Portaiden valmistus on monivaiheinen työ ja tässä luvussa perehdytään portaiden valmistukseen alusta loppuun. Yleisin käytettävä puulaji portaissa on mänty ja muita puulajeja ovat koivu, saarni, vaahtera tai tammi. Männyllä saadaan skandinaavinen tyyli ja siinä tulevat hyvin esille syykuviot ja vuosirenkaat. sävyltään mänty on kellertävää ja valon vaikutusta kellertävyyteen voidaan ehkäistä petsaamalla. Koivu on vaalea puulaji, joka sopii moniin tyylihin ja se on hyvin kulutusta kestävä. Koivu tosin kellastuu valon vaikutuksesta. Tammi on materiaalina kovaa ja kestävä. ulkonäöltään se on selkeä syistä ja keltaisen ruskeaa. Tammi tummuu valon vaikutuksesta. (Porraspuu Naukkarinen 2015.)

Jos portaot tai niiden osat pintakäsitellään, ne yleensä maalataan, lakataan tai petsataan. Kestävät ja sileät pinnat saadaan 2-komponenttisilla maaleilla ja lakoilla. Porraslankkuja itsessään ei suositella pintakäsiteltäväksi, koska ne kuluvat käytössä ja ne muuttuvat ruman näköisiksi sen takia. (Porraspuu Naukkarinen 2015.)

### 6.2.2 Työvaiheet

Ensimmäinen työvaihe on luonnollisesti portaiden mitoitus. Mitoitus tehdään alueelle minne portaikko on tarkoitus rakentaa ja sitten määritetään kerrokorkeus. Portaan kaltevuuden määrittelevät sen nousu ja etenemä. Nousu on kahden askelman välinen korkeusero ja etenemä puolestaan askelmien välinen vaakasuora etäisyys. Hyvänä esimerkkinä noususta ja etenemästä on, että jos nousu on 170 – 190 mm, niin etenemä on tällöin 250 – 270 mm ja asuintaloissa saa portaiden välisen aukon suuruus olla vain 100 mm. Porraslankkujen määrä portaikossa saadaan siten, että jos kerrokorkeus on esimerkiksi 3200 mm, se jaetaan arvioidulla nousulla. Tässä tapauksessa, jos nousu on 180 mm, niin saadaan 17,7 ja se pyöristetään 18 eli saadaan 18 nousua. Näin ollen tarvitaan 17 porraslankkua, koska nousukorkeus on 175 mm. (Korvo 2009.)

Portaat valmistetaan liimalevystä, ja yleisin materiaali sille on mänty. Seuraava vaihe on materiaalien hankinta ja työstö. Portaat ja reisirankun voi valmistaa samoilla paksuusmitoilla. Tänä päivänä liimalevyn valmistaminen ei enää kuulu portaikkovalmistajien omaan toimenkuvaan, vaan ne hankitaan alihankkijoilta. Aihoiden koot mitoitetaan niin, että ne pystytään valmistamaan mahdollisimman pienellä hukalla. Tuotannossa itsessään keskitytään suunnitteluun, osien työstöön pintakäsittelyyn ja asennukseen. Nykyään porrastehtaissa portaat suunnitellaan tietokoneavusteisesti sen jälkeen kun ne on mitattu asennuspaikalla. Portaiden valmistukseen on olemassa paljon erilaisia ohjelmia, ja kun ohjelmaan syötetään porrasmalli ja mitat, on koossa tarvittavat tiedot valmistusta varten.



Kuvio 5. Portaiden mitoitettu kuva ylhäältä päin

Tuotannossa käytetään NC-ohjattua työstökoneita, koska reisilankut ovat kaarevia ja askelmat vinoja. Täten niitä on vaikeampi työstää. NC- koneita käytetään varsinkin liitosten tekemiseen, koska niistä saadaan useimmiten tarkkaa jälkeä. Porras sisältää 30 liitosta, jotka pitää saada yhtä aikaa kiinni. Jos portaiden liitokset ovat liian tiukkoja tai niissä esiintyy liikaa toleranssia, ei kasaaminen onnistu.

### 6.3 Käyttökohteet

Portaita valmistetaan sekä sisä- että ulkokäyttöön. Ulkoportaita rakentaessa suositellaan, että käytetään joko painekyllästettyä tai lämpökäsiteltyä puutavaraa. Nämä antavat portaille tavallista puutavaraa paremman säänsuojan ja pitkäaikaisemman suojan lahoamista ja sään vaihtelua vastaan. Paineekyllästettyä ja lämpökäsiteltyä puutavaraa kannattaa käyttää silloin, kun portaat joutuvat jatkuvalle säänrasitukselle. Ulkoportaisiin kannattaa käyttää höyläämätöntä sahatavaraa, koska se vähentää pintojen liukkautta. (Stark 2015).

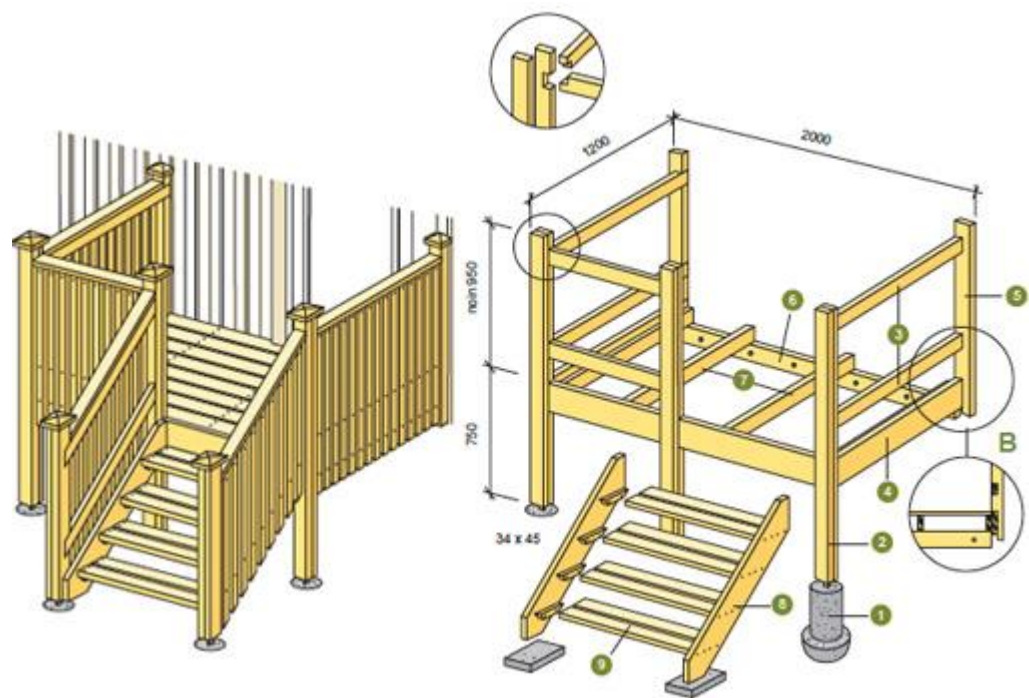
Ulkoportaita on kahta eri mallia: korkeat ulkoportaat ja matalat ulkoportaat. Korkeissa ulkoportaissa rakenteen tolpat on tuettu betonista valettuihin

peruspilareihin. Vankkaan maaperään on kaivettava 500 - 700 mm:n syvyiset tukikuopat. Tämä syvyys on yleensä riittävä, koska muussa tapauksessa kuopat tulee rajoittaa routarajan alapuolelle. Kuoppaan on ensin valettava betoninen pohjalevy ja levyn keskelle on painettava kiinni suora raudoitusrauta. Kun betonivalu on kovettunut, kuoppaan asetetaan 150 mm:n valumuotti ja kuoppa täytetään maalla sen ympäriltä. Tämän jälkeen muotti täytetään betonilla ja pilareihin kiinnitetään levykiinnikkeet, jotka ovat kooltaan 6x40 mm. (Stark 2015.)

Tolpat valmistetaan kahdesta kappaleesta, jotka naulataan yhteen. Yhtenäisillä kappaleilla on tapana halkeilla. Vaakapalkkeja varten tehdään sopivat urat tolppiin sekä kulmiin, joissa kaksi palkkia kohtaavat. Sitten tehdään kulmaliitos A ja tolpat kiinnitetään peruspilareihin. Kannatinlauta ruuvataan suoraan kiinni talon seinään. Tolpan mitat ovat 45x95 mm ja se ruuvataan kiinni ulkoseinään. Takaosan lattiapalkin tuetaan aina kannatinlautaan ja ne kiinnitetään etusivuun palkkikenkien sekä ankkurinaulojen tai ankkuriruuvien avulla. Vaakapalkit muodostavat rungon kaidelaudoille ja vahvempi vaakapalkki yhdistää tolpat ja muodostaa kansilaudoituksen ulkoreunan. Palkin yläreunan tasolle rakennetaan lattia, joka valmistetaan 22-28x95 mm kokoisista lattialaudoista. (Stark 2015.)

Portaiden reisipuut ovat kooltaan 45x195-220 mm ja jokainen askelpinta koostuu joko kahdesta tai useammasta palasta, jotka ovat kooltaan (28x95-145 mm). Askelmat tuetaan pienillä kannattimilla, jotka liimaruuvataan reisipuun sisäpintaan kiinni. Askelmat joko vinonaulataan tai ruuvataan yläpuolelta tai sivusta kiinni reisipuiden läpi. Ruuvauksessa käytetään ohuita ruuveja, jotka upotetaan syvälle puuhun. Jäljelle jäänyt reikä täytetään uudelleen, jotta jälki olisi tasainen. Yläosan rappuset kiinnitetään palkkiin palkkikenkien avulla. Rappusten alaosan voi tukea kahdella betonilaatalla. Kaidelaudat ovat kapeita: kooltaan vain 28-34x45-70 mm, ja niiden väliin jäävä rako on 15 mm. Lautojen alasivu sahataan vinoon sen takia, että vesi pääsisi valumaan paremmin pois. Laudat ulottuvat joitakin senttejä sivupalkin ja reisipuiden alapuolelle. Lopuksi

kaiteen päälle naulataan vaakatason lauta, jonka koko on 28-34x95 mm. Sen pinta höylätään, jotta vesi pääsee valumaan pois paremmin. Tolppien päihin naulataan suojalevyt, joiden koko on 45x145x145 mm ja levyt muotoillaan myös siten, että vesi pääsee valumaan paremmin pois. (Stark 2015.)

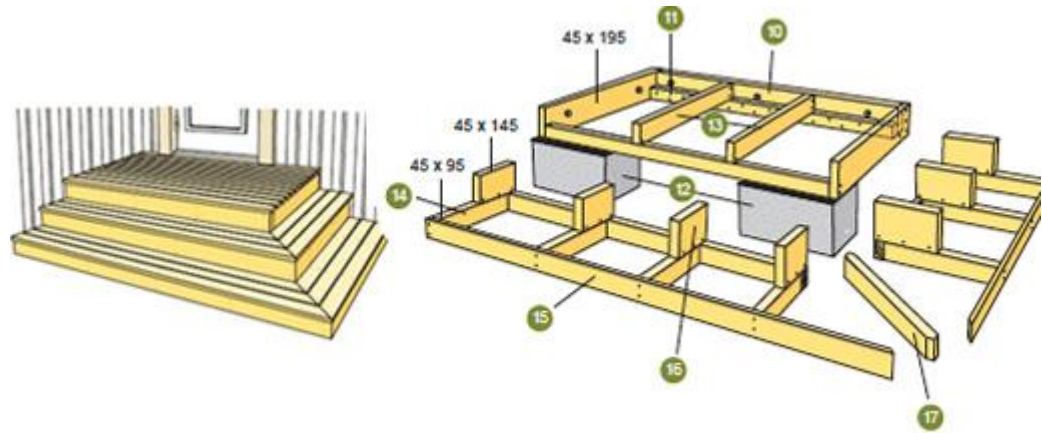


Kuvio 6. Korkeat ulko-portaat

1. Valettu peruspilari
2. Tolppa
3. Vaakapalkit
4. Palkki
5. Tolppa
6. Lattiatason vaakapalkki
7. Takaosan lattiapalkit
8. Portaiden reisilankku
9. Askelpinta



Matalat ulkoportaat Rakennetaan suoraan maan päälle. Tämän takia maan täytyy olla salaojitettu ja hyvin tasoitettu. Betonilaatat sopivat tuiksi joissain kohdissa. (Stark 2015.)



Kuvio 7. Matalat ulkoportaat

- 10. Takasivu
- 11. Vaakapalkki
- 12. Betoniharkot
- 13. Lattiapalkit
- 14. Kanta
- 15. Etusivu
- 16. Pienosat
- 17. Tukipalkki

Matalat ulkoportaat valmistetaan siten, että takasivu ja sivu, jonka koko on 45x195 mm, ruuvataan kiinni talon perustukseen. Yleensä suositellaan käyttämään seinään porattuja muovisia ruuvitulppia tai seinätulppia. Palkit naulataan kiinni osan (10) takaosaan ja ne tuetaan edestä kahteen betoniharkkoon. Paksuudesta riippuen voidaan lattiapalkit asettaa harvempaan tai tiheämpään. Etuosan palkki kiinnitetään betoniharkkoon joko ruuveilla tai kulmakiinnikkeillä. (Stark 2015.)

Alin askelma on yleensä muita matalampi ja kanta on kooltaan 45x95 mm ja etusivu on kooltaan 22x95 mm. Takaosa (14) ruuvataan kiinni betoniharkkoon ja kulmaan asetetaan tukipalkki, joka on kooltaan 45x95 mm. Jokainen askelmapinta koostuu kansilaudoista, joiden leveys on 95-

145 mm. Osat (16) vinonaulataan, ja niiden tulee ulottua 50 mm pitkin ylemmän tason etusivua. Keskimmäisen askelman peittona käytetään lautta, jonka koko on 22x145 mm ja portaiden osien suoruus voidaan tarkistaa suorakulman ja vatupassin avulla. Rungon ruuvien on syytä olla ruostumattomia ja lautojen kiinnittämiseen kannattaa käyttää ruostumattomia kampanauloja tai ruuveja. Poraukset on hyvä suorittaa ennen naulaamista. Kun lautojen paksuus on 28 mm, askelman korkeuden on oltava 123 mm ja muiden korkeuden on oltava 145 mm. (Stark 2015.)

#### 6.4 Valmistajat ja myyjät

Suomessa on muutama porrasvalmistaja. Suomessa myös toimii yhdistys nimeltä Porrasvalmistajat ry. Tämä yhdistys on perustettu vuonna 1999 ajamaan suomalaisten porrasvalmistajien yhteisiä etuja ja asioita. (Puuinfo 2014.)

Porrasvalmistajat ry on myös se yhdistys, joka laatii ohjeet portaiden mitoituksista ja laatuvaatimuksista. Laadunvalvonta suoritetaan ulkopuolisella laadunvalvonnalla. (Puuinfo 2014.)

##### 6.4.1 Westwood Oy Ab

Westwood Oy Ab on Uusikaarlepyyssä sijaitseva suomalainen porrasvalmistaja. Westwood Oy:n erityisosaamisalue on puuportaat. Yritys on toiminut jo kymmeniä vuosia ja keskittynyt portaiden suunnitteluun ja valmistukseen. Yritys toimii Suomessa alan markkinajohtajana ja panostaa koko ajan uusiin tuotteisiin. Asiakaskuntaan kuuluvat uusia koteja rakentavat perheet, talovalmistajat sekä suuret rakennusliikkeet. Yritys toimii myös konsulttina rakentajalle, koska portaat ovat tärkeä osa taloa. Yhtiön tavoitteena ovat käytännölliset, turvalliset sekä esteettisesti hyvät portaat. Westwoodin yhteistyökumppaneita ovat muun muassa:

- Design-Talo
- YIT

- Muurametalot
- Kastelli
- Sievitalo
- Heikius hus- talot
- Teri talot
- Mammuttikoti
- Dekotalo

(Westwood, yritys 2015.)

Yhtiön porrasmalleihin kuuluvat suorat portaat, L-portaat, U-portaat sekä lepotasolliset portaat. Portaiden lisäksi yritys valmistaa myös kaiteita. Kaidemalleja ovat lasikaiteet, kylkikiinnitykselliset kaiteet sekä sisäänporatut ja upotetut. Pääraaka-aineena yritys käyttää puuta ja puulajeina ovat mänty, koivu ja tammi. (Westwood Oy 2015.)

#### 6.4.2 Tähtiporras Oy

Tähtiporras Oy on Helsingissä sijaitseva portaiden valmistaja. Yhtiön pääpaino on puuportaiden ja modernien portaiden valmistuksessa. Puuporrasmalleihin kuuluvat Capella, Polaris ja Vega. Capella on perusporrasmalli, jossa kaidepinnat ovat kiinnitetty reisilankun ja käsijohteen sivuun. Käsijohteet ovat suoralinjaiset ja porrasta on saatavilla joko avo- tai umpiportaina. Polaris on muotoiltu klassikko porras. Tässä mallissa kaidepinnojen päät on survottu ja kiinnitetty reisilankun ja käsijohteen väliin. Reisilankkuja ja käsijohteita saa myös kaarevassa muodossa. Tätä mallia saa myös avo- ja umpimallina. Vega-malli on moderni porras. Tässä mallissa kaidepinnat ovat suoralinjaisena reisilankun ja käsijohteen välissä. Porrasmallia on myös saatavana avo- ja umpimallina. (Tähtiporras Oy 2017.)

#### 6.4.3 Lappiporras Oy

Kemissä sijaitseva Lappiporras Oy Palvelee ympäri Suomea, mutta tehdas ja tehtaanmyynti sijaitsee Kemissä. Lappiporras Oy on perheyriutus, joka on perustettu 1990-luvun alussa. Joustava ja hyvä palvelu ovat yrityksen

valttikortteja. Tänä päivänä Lappiporras Oy on Suomen suurimpia porrasvalmistajia. (Lappiporras 2017.)

## 7 LIIMAT

### 7.1 Puuliimat

Liimat ja niiden ominaisuudet vaihtelevat yleensä raaka-aineiden mukaan. Tänä päivänä synteettiset liimat ovat syrjäyttäneet luonnonliimat lähes täysin. Käyttövalmis liima koostuu kolmesta eri osasta: liimahartsista, liuottimesta ja kovetteesta. Liimaukseen vaikuttavat muun muassa viskositeetti liiman kosteuden kesto, happamuus, vanhenemisominaisuudet ja kuiva-aine pitoisuus. (Puuproffa 2012.)

Tässä osiossa käydään läpi erilaisia puuliimoja sekä niiden ominaisuuksia ja liimauksia. Eri liimoilla on omat ominaisuutensa ja niitä käytetään erilaisiin kohteisiin. samalla myös käsitellään suomalaiset liimanvalmistajat.

#### 7.1.1 Polyuretaani

Polyuretaani on puulle soveltuva rakenneliima. Se kovettuu hyvin huoneenlämmössä ja tämän jälkeen polyuretaani on hyvin joustavaa ja liimasauma saa hyvän kuorimislujouden. Liimoja on saatavana yksi- ja kaksikomponenttisina. Polyuretaanit ovat D4-luokkaisia liimoja. Käyttökohteet ovat pääasiassa veneet, laiturit ja ulko-kalusteet. Suositellaan, että liimataan mahdollisimman kuivaa puuta. (Nukkuville 2016.)

#### 7.1.2 Polyvinyliasetaatti

Polyvinyliasetaatti, lyhennettynä PVAC, on dispersioliima, jota käytetään hyvin yleisesti puuteollisuudessa. Suurin käyttökohde sille on esimerkiksi viilutus. Puun tulee olla kuivaa, kun liimausta tehdään. PVAC on yksi niistä muovipohjaisista liimoista, jotka ovat syrjäyttäneet luonnonliimat puuliimauksessa. (Puuproffa 2012a.)

### 7.1.3 Urea-formaldehydi

Urea-formaldehydi liima on insinööripuuteollisuudessa hyvin yleinen ja halpa liima. Haittapuolena voidaan pitää sitä, että se ei ole kovin vedenkestävä. Ureapohjaisia liimoja käytetään myös viilutuksessa. Urealiimoja käytetään erityisesti suurtuotannossa, koska esimerkiksi viilutuksessa lyhyt puristus aika on tärkeä. Ureapohjaisia liimoja käytetään myös lastulevyteollisuudessa. (Puuproffa 2012a.)

### 7.1.4 Epoksi

Epoksiliimoja on myös olemassa yksi- ja kaksikomponenttisina. Yksikomponenttisten liimojen hyvinä ominaisuuksina voidaan pitää niiden lujuutta, kemiallista ja lämmön kestoja. Vaikka yksikomponenttisten liimojen lujuus ja kemiallinen kesto ovat kaksikomponenttisiä liimoja parempia, niiden kovettumismekanismit kuitenkin rajoittavat niiden käyttöä ja näin ollen ne sopivat vain osaan kaksikomponenttisten käyttökohteista.

Yksikomponenttiset epokset kovetetaan käyttämällä lämpöä. Kovettumislämpötilat niillä vaihtelevat 120 -200 celsiusasteen välillä. Tämän takia tarvitaan siis erityiskalustoa, kuten uunia tai infrapunälämpitintä. Kovettumisaika vaihtelee myös varttitunnista useisiin tunteihin. Kovettumisaikan pituus riippuu siitä, kuinka kauan liimasidoksella kestää saavuttaa haluttu lämpötila. (Hotmelt 2016.)

Kaksikomponenttinen epoksiliima on parempi valinta verrattuna yksikomponenttiseen liimaan, koska sillä voidaan liimata puuta paremmin kuin yksikomponenttisellä liimalla. Näihin kuuluu myös komposiittimateriaalit, kuten puumuovi-komposiitti. Epokseilla on erilainen kovettumisnopeus ja viskositeetti ja näin ollen jokaiseen kohteeseen pitää valita oma liima. Hitaita epokseja käytetään suurille pinta-aloille tai sellaisille kohteille, joissa aikaa kuluu enemmän. Nopeita epokseja käytetään sellaisiin kohteisiin, joissa työvaiheet ovat nopeat. Korkeaviskositeettiset liimat soveltuvat suuremille välyksille ja pystysuoriin kohteisiin niin, että liima ei valu. Kapeisiin kohteisiin ja valutäyttöön sopii

taas juoksevat liimalaadut. Kun kaksikomponenttista epoksia valmistetaan, täytyy aineiden sekoitukset tehdä huolella, ettei epoksi pääse kovettumaan ennen aikojaan. Parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi suositellaan käyttämään suhdesekoituslaitteistoa tai sitä, että epoksi pakataan kaksoispatruunaan. Tiettyjä sovelluksia varten epoksia voidaan toimittaa isoissa astioissa valmiiksi sekoitettuna ja ne voidaan annostella helposti ilman suuria laite investointeja. (Hotmelt 2016.)

## 7.2 Liiman valinta

Rakennuspuusepänteollisuudessa liima kannattaa valita harkiten, koska ovissa, ikkunoissa ja portaissa on omat ominaisuutensa. Liima täytyy valita siten, että ensin testataan ja analysoidaan niiden ominaisuuksia. Liiman valinnassa on otettava myös huomioon ne olosuhteet, johon valmis liimasauma joutuu. Liiman valintaan vaikuttaa myös sen hinta.

Olennaisinta ei ole hinta painoyksikköä kohden, vaan levitetyn liiman aiheuttama kustannus. Liimaa valitessa on myös huomioitava laadun ja hinnan lisäksi käyttöominaisuudet. Seuraavassa taulukossa on käsitelty tärkeimmät puuliimauksessa käytetyt tuotteet: (Koponen, Puutuotteiden liimaus, 529, 1990.)

	Vaneri			Lastulevy			Viilutus			Sormijatkaminen			Liimapuu			Pinnoitteiden liimaus			Kokoonpanoliimaus		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
UF-liima	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x		x			x		
MUF-liima		x	x	x			x			x	x		x	x					x		
FF-liima		x		x			x														
RF-liima	x	x	x				x			x	x	x	x	x	x						
Epoksi																x			x		
Polyuretaani																x			x		
PVAC-liima																x	x	x	x	x	x
Sulateliima																x			x		
Kontaktiliima																x			x		

Taulukko 1. Eri puutuotteiden teollinen liimaus

1) Kylmäpuristus 2) Kuumapuristus 3) Suurjaksoliimaus

Liiman valintaan vaikuttaa liimauksen kestävyys. Kestävyyteen vaikuttavat muun muassa puun rakenne, liimattavan pinnan laatu, öljy- ja hartsipitoisuus sekä rungon kohtien ominaisuuksien erot. Liimattavuuteen vaikuttavat puun tiheys, hygroskooppiset ominaisuudet sekä pihka- ja uuteainepitoisuus. Jokaisella puulajilla on omat ominaisuutensa, jotka on syytä huomioida ennen liimausta:

- Mänty ja kuusi ovat helposti liimattavia puulajeja.
- Koivussa on voimakas eläminen, joten sen pinta kovettuu paikoittain, jolloin pinnat kostuminen jää vaillinaiseksi.
- Vaahteraa käytettäessä on syynsuunta huomioitava vääntymisen välttämiseksi.
- Lehtikuusen pihka vai hankaloittaa fenolilla liimausta.
- Mahonki ja pähkinä värjäytyvät, kun käytetään emäksisiä liimoja.
- Tammi ja palisanteri sisältävät tanniinia ja parkkihappoa, jotka voivat aiheuttaa sauman murtumista.
- Tiikissä öljypitoisuus voi heikentää liiman tarttuvuutta. (Puuproffa 2012b.)

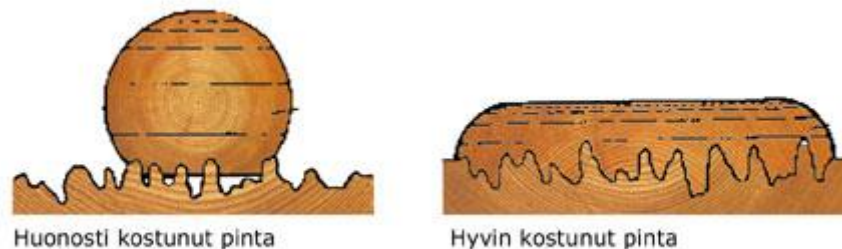
Puu on anistrooppinen eli sen rakenne ja ominaisuudet ovat erilaiset eri suunnissa. Liimapinta voi olla jopa kahden tai kolmen leikkaussuunnan yhdistelmä. Liimaus on yleensä vaikeinta syysuuntaisesti, jolloin kosketuspinta jää pieneksi. Liima imeytyy voimakkaasti soluonteloihin ja tämän seurauksena saumoihin jää vähän liimaa. Saumalevyä liimatessa on syynsuunta huomioitava, kun ladonta alkaa. Kun saumalevyt ladotaan tangentin mukaisesti, saumalevystä ei tule koveraa tai kuperaa, vaan aaltomainen. Liimaukseen vaikuttavat puun monet viat, kuten oksat vinosyisyys ja muut viat. Näissä vikakohdissa liiman tarttuminen ja imeytyminen on vaikeampaa. Puun nesteet, kuten pihka, saattavat tukkia puun huokosia erityisesti sydänpuussa, mikä heikentää liiman imeytymistä. Pintapuun juoksevammat nesteet leviävät helpommin puun pinnalle ja täten vaikeuttavat liiman tarttumista. Joissain tapauksissa puun happamuus voi myös vaikeuttaa liimausta, koska happamat uuteaineet aiheuttavat emäksisten liimojen kanssa värivikoja. (Puuproffa 2012b.)

Kevät ja kesäpuun suhteet vaikuttavat sauman lujuuteen. Esimerkiksi havupuissa kesäpuun lujuus on huomattavasti suurempi kuin kevätpuun.



Liima imeytyy helpommin huokoiseen kesäpuuhun ja liima sauma jää yhtä vahvaksi kuin heikkoon kevätpuuhun. (Puuproffa 2012b.)

Puun kosteus vaikuttaa myös liimattavuuteen. Koska puu on hygroskooppinen aine, se imee ja luovuttaa kosteutta ja asettuu ympäristön olosuhteiden mukaan vaadittuun tasapainokosteuteen. Kosteuden muutokset aiheuttavat puussa kutistumista ja turpoamista ja nämä aiheuttavat jännityksiä liimasaumaan. (Puuproffa 2012c.)



Kuvio 8. Liimaus kuivan ja kostean puun pinnassa

Jotta liimaus onnistuisi hyvin, puun kosteuden on oltava 5-15 %. Täten liima imeytyy puuhun parhaiten. Jos puu on liian kostea, se imee itseensä liikaa liimaa eikä liimasaumaan jää riittävästi liimaa. Puun kosteuden tulee myös olla liimatessa käyttöolosuhteita vastaava. Liiman tuoma kosteus aiheuttaa elämistä ja sitä voidaan vähentää lisäämällä avointa aikaa. Pintojen täytyy kostua, jotta liimaus onnistuu. Liiman tehtävä on täyttää epätasaisuudet, koska kahta pintaa ei saa niin lähelle toisiaan, jotta ne tarttuisivat toisiinsa kiinni. (Puuproffa 2012c.)

### 7.3 Valmistajat ja myyjät

Tässä osiossa käsittelen suomalaisia liimanvalmistajia. Suomessa näitä ei ole kuin kaksi. Nämä kaksi liimanvalmistajaa ovat kuitenkin suuria, joista Kiilto Oy on suomalainen ja Prefere Oy on osa suurempaa konsernia.

Nämä yritykset valmistavat suurimman osan Suomessa käytettävistä teollisista liimoista.

### 7.3.1 Kiilto Oy

Kiilto Oy on vuonna 1919 perustettu kemianteollisuuden yritys. Yrityksellä on Suomessa sijaitsevan tehtaan ja konttorin lisäksi kahdeksan tytäryhtiötä ympäri maailmaa. Yritys keskittyy liimojen sekä niihin liittyvien tuotteiden kehitykseen ja valmistamiseen. Kiilto Oy on osa Kiilto Family-konsernia. Yhtiön liike-vaihto tytäryhtiöineen viime vuonna oli 80,6 miljoonaa euroa. Henkilöstöä on yhteensä 385 ihmistä, joista 20 % työskentelee kotimaassa tuotekehityksen parissa. Suomen tehdas sijaitsee Lempäälässä ja vuosittain siellä valmistetaan 270 tonnia tuotteita päivässä. (Kiilto Oy 2017.)

Tuotteiden valmistus tapahtuu yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Yritys pyrkii noudattamaan sille asetettuja ympäristö-, turvallisuus- ja laatuvaatimuksia. Yhteiskunnassa tapahtuu muutoksia, mikä tarkoittaa sitä, että materiaalit ja valmistustekniikat kehittyvät, digitalisaatio yleistyy ja lainsäädäntö tiukentuu. (Kiilto Oy 2017.)

### 7.3.2 Prefere Resins Finland Oy

Prefere Oy on Suomessa toimiva kemianteollisuuden yritys, joka valmistaa liimoja. Suomen yksikkö on osa Prefere Resins-konsernia. Preferella on Tehtaita Haminassa ja Joroisilla. Haminan tehdas on näistä kahdesta suurin ja se työllistää 70 henkeä. Haminan tehtaalla valmistetaan tuotteita vaneriteollisuuteen, mineraalivillalle sekä paperinkyllästykseen. Joroisten tehtaalla valmistetaan kovetteita. (Prefere Resins 2014.)

## 8 TYÖTURVALLISUUS

### 8.1 Työturvallisuuden periaatteet

Työturvallisuudesta huolehtiminen on olennainen osa tehtaan säilymistä tuottavana ja onnettomuusvapaana. Työnantajalla on suuri vastuu huolehtia yleisestä työturvallisuudesta työturvallisuuslain nojalla. Työnantajan oletetaan olevan tietoinen yleiseen työturvallisuuteen liittyvissä asioissa ja osaa näin ollen ehkäistä vaaratilanteita. Jos työnantaja ei näitä asioita hallitse niin hänen on hankittava se tieto ulkopuolisilta ammattilaisilta. Työnantajan vastuu-alueisiin kuuluu pääasiassa huolehtia työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön liittyvät asiat. Ainoa asia mistä työnantajan ei tarvitse huolehtia on työalueen ulkopuolelle jäävät asiat. (Yrittäjät 2016.)

Työnantajalla on oltava eräänlainen työsuojelun toimintaohjelma, joka kattaa pääasiassa kaikki tarvittavat asiat työntekijöiden työkyvyn ylläpitämiseksi sekä terveyden ja turvallisuuden edistämiseksi. Tämä toimintaohjelma perustuu työpaikan riskien arviointiin. Työnantajan vastuulla on myös nimetä firmaan työsuojelupäällikkö, jos työnantaja ei itse aio toimia tässä tehtävässä. Työsuojelupäällikkö on valittava, jos yrityksessä on vähintään kymmenen työntekijää ja jos työpaikalla on vähintään 20 työntekijää, on valittava työnantajan ja työntekijöiden edustajista työsuojelutoimikunta, joka huolehtii työpaikan terveellisyydestä ja turvallisuuden edistämisestä. (Yrittäjät 2016.)

Työntekijöillä on myös vastuu noudattaa työturvallisuuslakia ja sitä kautta työnantajan antamia määräyksiä. Työntekijät yleensä ohjataan ja opastetaan työtehtäviinsä ja turvallisuusseikkoihin. Työntekijöitä velvoittavat kaikki turvallisuus- ja suojeluohjeet. Jos työturvallisuutta laiminlyödään, joutuu työntekijä tai työnantaja siitä rikosoikeudelliseen vastuuseen. (Yrittäjät 2016.)

## 8.2 Koneiden käyttöönotto

Työnantaja vastaa koneiden hankinnasta ja asennuksesta. Työssä saa käyttää vain niitä työkoneita, jotka ovat niitä koskevien standardien mukaisia. Koneiden käytössä on noudatettava valmistajan ohjeita ja koneiden käyttö pitää olla työntekijöille turvallista. (Työsuojelu 2017.)

Työpaikalla olevien koneiden on oltava turvallisuustasoltaan työturvallisuuslain ja käyttöasetuksen mukaisia riippumatta siitä minkä ikäisiä koneet ovat. Vanhojen koneiden turvallisuustasoa on parannettava nykystandardien mukaiseksi. Työnantajan on huolehdittava siitä, että käyttöönotettu kone on työympäristölle sopiva. Työkoneen valinnassa on huomioitava myös sijoituspaikka ja ergonomisuus. Työpaikalla lisätään myös työturvallisuuslain ohella valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä. (Työsuojelu 2017.)

## 8.3 Koneiden huoltaminen

Työnjohtajan on pidettävä huolta, että työkoneet huolletaan säännöllisesti. Näin huolehditaan siitä, että koneet pysyvät käyttökuntoisina pitkään. Tämän vaatimuksen saavuttamiseksi on työpaikalla oltava menettelytavat. Työkoneiden toimintakuntoa on seurattava erilaisilla testeillä ja tarkastuksilla. (Työsuojelu 2017.)

On siis suositeltavaa, että työnantajalla on töissä tähän pätevätyöntekijä henkilö, joka pystyy myös käyttämään ulkopuolista apua. Työnantajan tehtävä on myös määritellä vaarojen selvitys ja arviointi tarvittavista keinoista. Jos havaitaan, että työkoneen käyttö aiheuttaa vaaran, on työnantajan ryhdyttävä toimiin vaaran poistamiseksi. (Työsuojelu 2017.)

## 8.4 Sammuttimet ja sammutteet

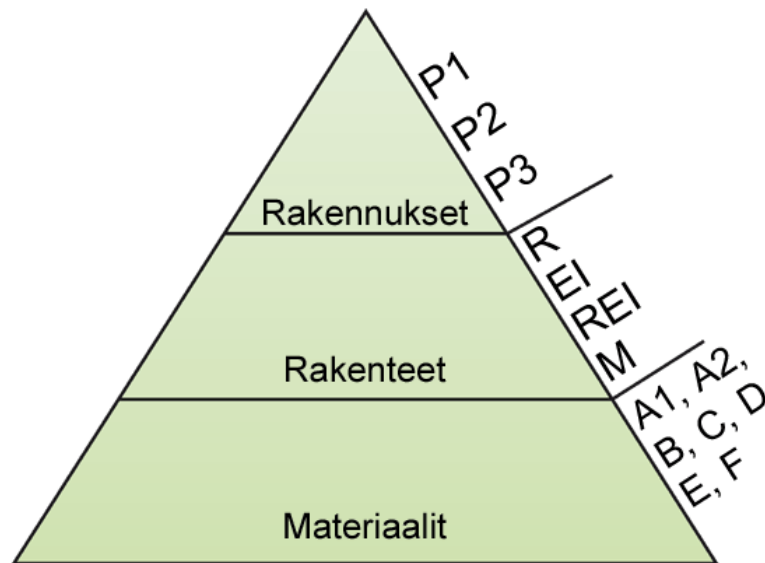
Sammuttimia on monia erilaisia sammuttimia ja sammutteita: jauhesammuttimia, hiilidioksidisammuttimia ja vesisammuttimia. Käsiammuttimet ovat yleensä noin 20 kg:n painoisia ja niiden täytyy

täyttää Euroopan EN-3 standardisarjat käyttö- ja sammutusominaisuuksissa. Käsisammuttimille on asetettu seuraavat vaatimukset: niiden on oltava vähintään 1 kg:n painoisia, sammuttimessa on oltava venttiili, joka mahdollistaa sammuttamisen pysäyttämisen ja sammutin on oltava uudelleentäytettävä. (Sisäministeriö/pelastustoimi, 2018).

## 8.5 Imurit

Imureita käytetään purujen nopeaan poistoon. Puuntyöstössä puruimureiden käyttö on pakollista, jotta palonriskiä saadaan pienennettyä ja mahdollisia tukkeutumia estettyä. Lahdessa myydään sisäkäyttöön tarkoitettuja puruimureita. Liikkeen nimi on Olsa Ay. Monet puruimurit tänä päivänä ovat itävaltalaisia. Perinteisiä pussi-imureja saa useaa eri mallia. (Olsa Ay 2014.)

Puruimurit voidaan asentaa sisätiloihin turvallisesti, koska purunpoistolaitteet suodattavat ilman siten, että pölyä on jäljellä enää noin  $0,1 \text{ g/m}^3$ . Nämä imurit kuuluvat H3-kategoriaan. Tämä ilmanlaatu saadaan tuulettimen sijainnilla. Monissa laitteissa imuri sijaitsee puhtaan ilman puolella suodattimen takana. Näin ollen purunpoistojärjestelmissä on negatiivinen paine, eikä pöly pääse karkuun (Olsa Ay 2014.)



Kuvio 9. Materiaalien, rakenteiden ja rakennusten paloluokitus

## 8.6 Sammutusaineet

Tässä luvussa käsitellään erilaisia sammutusaineita.

Rakennuspuusepänteollisuudessa on käytettävä aineita, jotka soveltuvat kyseiselle työympäristölle. Sammutusaineita valittaessa on otettava huomioon koneet ja sähkö.

### 8.6.1 Hiilidioksidi

Hiilidioksidisammuttimet soveltuvat palavien nesteiden sammuttamiseen ja puhtaana kaasuna hiilidioksidilla voi sammuttaa myös sähkölaitteita.

Hiilidioksidisammuttimet noudattavat EN 3-standardin lisäksi myös CE- ja MED-merkintää.

Hiilidioksidi itsessään on väritön ja hajuton inerttikaasu. Sen kemiallinen kaava on  $\text{CO}_2$  ja moolimassa on 44 g/mol. Kaasun tiheys NTP-olosuhteissa puolestaan on 1,98 kg/m<sup>3</sup>. Ilmaan verrattuna hiilidioksidin tiheys on 1.5- kertainen. Hiilidioksidin etuina ovat esimerkiksi se, että sitä voidaan varastoida nestemäisessä olomuodossa pulloihin normaalissa lämpötilassa. Hiilidioksidi ei myöskään aiheuta liiallisia ympäristöhaittoja

tai likaa aineita paloa sammuttaessa. Sitä voidaan käyttää metallipinnoille, koska se ei aiheuta kulumista. Suurina pitoisuuksina hiilidioksidi on ihmiselle vaarallista. On siis tärkeää huolehtia tuuleuksesta ennen kuin mennään sammutettuun tilaan. (Hyttinen ym. 2008. 101.)

Hiilidioksidin sammutusperiaate perustuu tukahduttamiseen. Liekkupalo sammuu, kun hiilidioksidi vähentää sen happipitoisuutta. Ilman hiilidioksidipitoisuutta lisätään sumuttamalla hiilidioksidia noin 0.6 kg jokaista kuutiometriä kohden. (Hyttinen ym. 2008. 102.)

Hiilidioksidia suositellaan B- ja C-luokkien palojen sammutukseen. Hiilidioksidista ei myöskään synny kuumuudesta aiheutuvia hajoamistuotteita, joten se sopii kohteisiin, joissa on korkeat käyttö- ja pintalämpötilat. Elintarviketeollisuus käyttää myös hiilidioksidia sammutukseen, koska siitä ei aiheudu vahinkoa elintarviketuotteille. (Hyttinen ym. 2008. 102.)

Hiilidioksidia ei kuitenkaan suositella käytettäväksi A-luokan paloja. Vaikka hiilidioksidi sammuttaa liekkiä tehokkaasti, hehkupalojen sammutus onnistuu vain silloin, kun palava aine on tietyn ajan kaasuseoksessa, jonka hiilidioksidipitoisuus on tarpeeksi korkea. Happea sisältävät kemikaalit, kuten selluloosanitraatit, eivät sammu tukahduttamalla. Hiilidioksidi ei myöskään tukahduta reaktiivisia metalleja, kuten kaliumia, magnesiumia, titaania ja zirkoniumia. Syynä tähän on se, että nämä metallit hajottavat aineen. Hiilidioksidia ei myöskään kannata käyttää ulkosammutuksessa, koska ilmavirta levittää sen helposti ympäristöön. (Hyttinen ym. 2008. 103.)

#### 8.6.2 Vesi

Veden sammutusperiaate perustuu jäädyttämiseen. Paloa sammutettaessa vesihöyryn aiheuttama tukahdutus lisää sammutusvaikutusta. Kun tulee suihkutetaan vettä, se kuumenee ja höyrystyy. Vesi sitoo 2,6 MJ lämpöä yhtä vesikilogrammaa kohden. Vesihöyryllä on paloa tukahduttava vaikutus. Vesihöyry nostaa painetta

palotilassa ja heikentää tilaan virtaavan ulkoilman määrää. (Hyttinen ym. 208. 97.)

Vedellä sammutettaessa on syytä muistaa veden kemialliset ja fysikaaliset reaktiot eri aineiden kanssa. Kun vesi yhdistyy hiilidioksidin, rikkioksidin ja kloorivedyn kanssa, syntyy erilaisia happoja. Näistä syntyvät happohöyryt ovat myrkyllisiä, joten sammuttajan on huolehdittava omasta suojauksestaan. Kun vedellä sammutetaan metalleja, kuten alumiinia, rautaa, magnesiumia ja titaania, metallit hajottavat veden vedyksi ja hapeksi. Vety palaa räjähdysmäisesti ja metalli räiskyy paloympäristöön. Öljy- ja rasvapaloissa palavan nesteen pinnan lämpötila on 100 °C. Kun aineen pinnalle ruiskutetaan vettä, se aiheuttaa veden nopean kuumenemisen ja vesi höyrystyy räjähdysmäisesti. Tällöin palava aine räiskyy ja levittää paloa ympäristöön ja voi aiheuttaa sammuttajalle palovammoja. Suorasuihkutusta ei siis kannata käyttää näihin lainkaan vaan parempi vaihtoehto on sumusuihkutus. (Hyttinen ym. 2008. 98.)

### 8.6.3 Jauhesammutus

sammutusjauheet luokitellaan kahteen eri tyyppiin: ABC-tyyppiin ja BC-tyyppiin. ABC-jauheet sopivat nimensä mukaisesti A-, B- ja C-luokan palojen sammuttamiseen. Näillä jauheilla sammutetaan hehku- ja liekkipalot. Toisen tyyppin jauheita ovat BC-jauheet, joilla sammutetaan B- ja C-luokan paloja. Nämä jauheet soveltuvat liekkipalojen sammutukseen. (Hyttinen ym. 2008. 105.)

Sammutusjauheilla on käytännössä kaksi eri mekanismia. Ensimmäisenä mekanismina on niin sanottu liekkivaikutus, joka jaetaan jauheen lämpenemisestä ja hajoamisesta aiheutuvaan jäähdytysvaikutukseen ja hajoamistuotteiden kemialliseen vaikutukseen. Nämä edellä mainitut mekanismit ovat läsnä silloin, kun käytetään BC-luokan jauheita. Natrium- ja kaliumbikarbonaattijauheet hajoavat karbonaatiksi, vedeksi ja hiilidioksidiksi, kun lämpötila on 100-200 °C. Kun lämpötila nousee 800-900 asteeseen, karbonaatti jatkaa hajoamistaan kalimetallioksidiksi ja



hiilidioksidiksi ja kaliumoksidi hajoaa hapeksi ja kaliumiksi. Natriumoksidi sen sijaan ei hajoa muiksi aineiksi vaan hajoaa kokonaan. Nämä kemialliset reaktiot kuluttavat lämpöä, jolloin itse tulipalo jäähtyy. (Hyttinen ym. 2008. 106, 107.)

Toinen sammutusmekanismi on pintavaikutus. Tämä syntyy, kun sammutettavan aineen pinnalle epäorgaanista polymeeria. Tämä aine pysäyttää pyrolyysin ja estää ainetta joutumasta kosketuksiin hapen kanssa. Sammutusvaikutus on tukahduttava ja tätä käytetään A-luokan palon sammutuksessa. A-luokan palojen sammutuksessa käytetään ABC-luokan jauheita, kuten sulfaatti- ja fosfaattijauheita, koska näiden aineiden anioneilla on tapana muodostaa epäorgaanisia polymeereja. (hyttinen ym. 2008. 107.)

## 8.7 Sammutustekniikat

Tässä luvussa käsitellään erilaisia sammutustekniikoita.

Rakennuspuusepäntekniikassa on käytettävissä kahta eri sammutustekniikkaa, joilla palo tai palon alku saadaan sammutettua turvallisesti. Tässä tapauksessa puhutaan tukahduttamisesta ja sammuttamisesta.

Rakennuspuusepäntekniikassa nämä tekniikat on hyvä olla käytössä. Koneita ja työympäristöjä ei kannata sammuttaa väärällä tekniikalla, koska silloin voi olla ihmishenkiä vaarassa ja tehtaalle voi myös aiheutua ylimääräistä vahinkoa.

### 8.7.1 Tukahduttaminen

Tukahduttamisessa tulipalolta viedään palamiseen tarvittava happi peittämällä palo esimerkiksi sammutuspeitteellä. Tämä kuitenkin rajoittuu pieniin tulipaloihin. Tukahdutuksessa ilman happipitoisuus pienennetään alle rajahappipitoisuuden. Rajahappipitoisuus on ilman happipitoisuuden suurin arvo, joissa tulipalo ei enää ole mahdollinen. Liekkipalot sammuvat

yleensä, kun happipitoisuus on enää 12-15 %. Puuhiili pystyy palamaan alemmissa happipitoisuuksissa, koska se palaa hehkuen. (Hyttinen ym. 2008. 88.)

Palava aine eristetään ilmasta, kun se suljetaan umpinaiseen tilaan. Palo sammuu, kun se on käyttänyt kaiken ilman loppuun. tukahduttamiseen voidaan käyttää sammutuspeitteitä ja sammutusjauheita. Hehkupalossa käytetään ABC-jauheita, jossa jauhe muodostaa happea eristävän kuoren palavan kappaleen pinnalle. Kuori on samalla lämmöneriste. (Hyttinen ym. 2008. 88.)

### 8.7.2 Jäähdyttäminen

Jäähdyttäminen on lämpötilan alentamista. Lämpötila pyritään laskemaan sille tasolle, että palo sammuu eikä syty uudelleen. Jäähdyttämistä voidaan suorittaa kolmella tavalla. Ensimmäinen tapa on jäähdyttää vain palavaa ainetta. Puun palaessa sitä aletaan jäähdyttämään ja täten pyrolyysi heikkenee ja lakkaa sammutuksen jatkuessa kokonaan. Jos kyseessä on nestepalo, niin pintaa jäähdytetään alle sen leimahduspisteen, jolloin liekkipaloon tarvittavien höyryjen määrä vähenee. Toinen tapa on jäähdyttää liekkejä ja savua. Kun näitä jäähdytetään, lämmön siirtyminen palavaan aineeseen vähenee ja pyrolyysi heikkenee. Kolmas ja tehokkain tapa on jäähdyttää liekkejä ja palavaa ainetta. Esimerkiksi huonepalossa tuli saadaan tehokkaasti sammutettua yhtä aikaa tai peräkkäin jäähdyttämällä liekkejä ja palavaa ainetta. (Hyttinen ym. 2008. 84, 85.)

Tavallisin sammutustapa on sitoa palosta syntyvä lämpö jäähdyttävään nesteeseen, kuten veteen. Kun palavaan lautaseinään suihkutetaan vettä, vesi lämpenee ja kuumenee. Osa kuumentuneesta vedestä höyrystyy ja sitoo palosta tulevaa lämpöä. (Hyttinen ym. 2008. 85, 86.)

## 9 STANDARDIT

### 9.1 Rakennuspuusepänteollisuuden standardit

Tässä osiossa kerron rakennuspuusepänteollisuudessa käytettävistä standardeista sekä RT-korteista. Suomessa standardoimisen hoitaa Suomen Standardoimisliitto SFS ry. Rakennuspuusepänteollisuudessa jokaiselle tuotteelle on pyritty saamaan oma standardinsa.

Yleisenä standardina rakennuspuusepänteollisuudessa on yleiseurooppalainen CE-merkintä. Se kattaa käytännössä ovet, ikkunat, rakennussahatavarana sekä puupaneelit. Standardeja voi ostaa SFS:n verkkokaupasta ja hinnat vaihtelevat standardien laajuuksien mukaan. Tänä päivänä ovet ja ikkunat on varustettava CE-merkinnällä.

### 9.2 Ikkunat

Esimerkiksi SFS:n verkkokaupasta voi ostaa kolme erilaista standardia. Vanhin niistä on julkaistu vuonna 2010. SFS-7031 standardi on 2016 julkaistu standardi ja se esittää mitä ikkunoiden perusominaisuuksia ikkunoille on esitettävä eri käyttökohteisiin ja mitä muita ominaisuuksia ja mitä ovat kansalliset vaatimustasot. Tämä standardi täydentää vuonna 2010 julkaistua harmonisoitua tuotestandardia SFS-EN 14351-1. SFS 7031 standardissa esitetään myös CE-merkinnässä käytettyjä arviointimenettelyjä erikoistuotteille. (SFS 2017.)

SFS 7031-standardin piiriin kuuluvat myös sellaiset ikkunat, joita eivät koske savuntiiveys- tai palonkestävyysvaatimukset. Tuotestandardi SFS-EN 16034 käsittelee avattavia ikkunoita, joita koskevat sivuntiiveys- sekä palonkestävyysvaatimukset. Kun tämä standardi tuli voimaan vuonna 2016, CE-merkintä oli täten mahdollinen avattaville paloikkunoille. (SFS 2017.)

### 9.2.1 Energiatehokkuus

Ikkunat ovat lämmöneristyksen kannalta yleensä heikoin osa eli ulkoseinärakenteeseen verrattuna ne ovat 5-8 kertaa heikompia. Ikkunoita ei myöskään kannata taloa rakennettaessa mitoittaa siten, että ne ovat koko seinän kokoisia. Ikkunoiden kautta toisaalta saadaan valoa ja lämpöä. Ikkunan energiatehokkuuteen vaikuttavat muun muassa lämmöneristyskyky, ilmatiiveys ja kyky hyödyntää auringon lämpöä ja valoa. (Motiva 2016.)

Ikkunoita kannattaa huoltaa säännöllisesti. Näitä huoltokonsteja ovat tiivisteiden vaihto ja maalipinnan uusiminen tarvittaessa. Ikkunoita vaihdettaessa on syytä miettiä edullisia vaihtoehtoja. Tiivisteet ovat halpa ja helppo tapa lisätä ja ylläpitää energiatehokkuutta. (Motiva 2016.)

Energialuokituksessa ikkunat jaetaan A-G luokkiin, joista A-luokka on energiatehokkain. Jotta ikkuna täyttäisi A-luokan vaatimuksen, täytyy tiivistykset olla standardien mukaiset. Energialuokitus perustuu lämmönläpäisykertoimeen (U-arvoon), auringonvalon kokonaisläpäisykertoimeen (g-arvoon) ja ikkunan ilmanpitävyyden mukaan laskettavaan E-arvoon. Ilmanvuotoluku eli L-arvo kuvaa ikkunan ilmatiiveyttä ja mitä pienempi arvo on, sitä vähemmän ikkunasta vuotaa ilmaa. (Motiva 2016.)

U-arvoa tarkasteltaessa on otettava huomioon, että mitä pienempi u-arvo lasiosassa on, sitä paremmin ikkuna eristää lämpöä. Ilmanpitävyydestä on myös huolehdittava, jotta saadaan vähennettyä lämpöhäviötä. Ilmanpitävyyteen vaikuttaa ikkunoiden eri osien liitokset ja avattavien osien, kuten sisäpuutteen ja karmin väliset liitokset. (Motiva 2016.)

Energiatehokkuuteen vaikuttavat myös yksinkertaisemmat asiat, kuten lasien lukumäärä, ikkunan välilistan materiaali, selektiivipinnoitet ja lämpöä eristävät täytekaasut. Energiatehokkuusvaatimukset kasvavat: nykyään uudisrakentamisessa ikkunoiden U-arvon täytyy olla 1.0 ja korjausrakentamisessa 0.8.

Ikkunavalmistaja Skaala tekee mittatilaustyönä ikkunoita ja niitä on energiatehokkuudeltaan kolmea eri mallia: Skaala alfa, Skaala beeta ja Skaala gamma. Alfa-ikkunat ovat energiatehokkuudeltaan ja lämmöneristävyydeltään tämän päivän markkinoilla parhaimmat ikkunat. Tämän mahdollistaa uudenlainen lasielementtirakenne, tehokas auringonsuoja ja lämpöpuite, joka takaa vahvarakenteisen energiatehokkaan ikkunan. Alfa-ikkunassa on 2+2 lasitus, joka sopii liikennöidyille alueille äänieristävyytensä takia ja muutenkin tiheään asutuilla alueilla. Huurtumisongelmia ei alfa-ikkunoissa synny, koska ne on suojattu Frostfree-menetelmällä ja se on vakio-ominaisuus. Beeta-ikkunat on perinteinen 2+1 lasituksella varustetut ikkunat ja ne täyttävät energiatehokkuusstandardit. rakenteiksi voidaan valita puu-alumiini ja perinteinen puurakenne. Näistäkin ikkunoista löytyy Frostfree-ominaisuus. Gamma-ikkunat ovat yleensä B- ja C-energialuokkaa, mutta niitä saa myös A-energialuokkaisina. Ikkunoissa on samanlainen 2+1 lasitus kuin beeta-ikkunoissa. Nämä ikkunat soveltuvat vapaa-ajan asuntoihin. Niitä löytyy puu-alumiini rakenteen lisäksi puurakenteisina. (Skaala 2017.)

### 9.2.2 Paloluokitus ja äänieristys

Ikkunoiden paloluokituksessa käytetään samanlaisia paloluokkia kuin palo-ovissa. Paloikkunat tarvitsevat tyyppihyväksynnän tai rakennekilven ennen kuin niitä voi myydä. Tyyppihyväksyntä on velvoite rakennusvalvontaviranomaisille ja helpottaa samalla heidän työtään. Rakennekilpi on palosuojausta, joka perustuu valmistajan vakuutukseen kelpoisuudesta, polttokokeisiin ja laskelmiin sekä asiantuntijalausuntoihin. Paloluokiteltuja ikkunoita tarvitaan silloin kun talon rakennuslupakuviin on merkitty paloluokitukset. (Motiva 2016.)

Palosuojaus sijaitsee ikkunan sisäpuiteessa ja sisäpuitteen lasi koostuu neljästä tasolasista, jotka ovat luokkaa EI30. Tasolasien välissä on palosuojakerros, joka vaahtoutuu lämpötilan noustessa. Palopuitteessa on myös palotiivisteet, jotka turpoavat kun lämpötila nousee. Näiden tiivisteiden tarkoituksena on tukkia sisäpuitteen käyntiväli, ettei savu ja

liekit pääse tilasta toiseen. Palopuitteissa tulee mukana myös ohjeet huoltoon ja asennukseen. (Ikkunawiki 2017.)

Ikkunalla ja asennusmenetelmällä voi olla vaikutusta äänieristykseen. Melun määrä kaksinkertaistuu kun desibeli määrä lisääntyy +10 db. Taajamissa ja liikennöidyillä alueilla on merkitystä millaiset ikkunat valitaan ja miten niiden äänieristyksestä huolehditaan. Ikkunan äänieristykseen vaikuttaa seuraavat tekijät: ikkunan rakenne, karmisvyvyys, lasin paksuus ja lasin rakenne. Avattava ikkuna eristää ääntä paremmin kuin kiinteä, koska lasien väliin jää kaksi ilmväli ja näin ollen äänieristävyys paranee. Karmisvyvydestä puhuttaessa huomataan, että kun lasien etäisyys on esimerkiksi alle 20 mm, on merkitys eristävyyteen pieni, mutta kun etäisyyttä kasvatetaan, äänieristävyys paranee huomattavasti. Hyvänä esimerkkinä voidaan ottaa sellainen, että jos ikkuna on syvyydeltään 130 ja 210 mm, niin desibelimäärä vähenee 10 db. lasin paksuuden lisääminen luonnollisesti lisää lasin massaa ja ääniaallot eivät pääse läpi yhtä helposti. Lasin massan kaksinkertaistuessa äänieristävyys paranee 6 db. Useamman lasikerroksen laminointi vaimentaa korkeataajuisia ääniä paremmin kuin vain yksi lasi. (Ikkunawiki 2017.)

Ikkunoita mitataan kolmella desibeli-arvolla:  $R_w$  mittaa yleisen keskitaajuisen melun, kuten puheäänien tai musiikin, vaimennuksen.  $R_w+C$  mittaa keski- ja korkeataajuisen melun, kuten liikenteen tai rautatieliikenteen, vaimennuksen.  $R_w+C_{tr}$  puolestaan mittaa matala- ja keskitaajuisen melun, kuten raskaan liikenteen, vaimennuksen. (Ikkunawiki 2017.)

### 9.3 Ovet

Ovien standardit ovat samankaltaiset kuin ikkunoilla. Tässä on lueteltuna standardeja ja teknisiä kaavoja. Ovissa käytetään standardia SFS – 7031, jossa kerrotaan mitä perusominaisuuksia sisäänkäyntioville on esitettävä eri käyttökohteissa ja mitkä ovat niiden kansalliset vaatimustasot. Tämä standardi myös täydentää CE-merkintään johtavaa harmonisoitua

tuotestandardia, joka on SFS-EN 15351 – 1. SFS – 7031 standardin piiriin kuuluvat myös manuaalisesti toimivat sisäänkäynti- sekä poistumisovet. Näihin oviin ei kuulu palonkestävyys- ja savuntiiveysvaatimukset. Tässä standardissa käsitellään myös parvekeovet, kehyksettömät lasiovet sekä poistumisteiden ovet. (SFS 2017.)

SFS-EN 16034 standardi puolestaan käsittää käyntiovet, liike- ja toimistotilojen ovet, teollisuusovet ja autotallien ovet. Standardissa on lueteltuna ovien toiminnalliset ominaisuudet sekä palonkestävyys- ja savunhallintaominaisuudet. Standardia on rajattu siten, että se ei käsitä ovien kokoonpanoa ja ovien radio-ohjauslaitteita. (SFS 2017.)

### 9.3.1 Energiatehokkuus

Ovissa on tärkeää muistaa se, että mitä pienempi on u-arvo, sitä parempi on niiden lämmöneristys. Ulko-ovea suunniteltaessa on u-arvon oltava  $< 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ovien valmistaja Jeld Wenillä on useita ovityyppejä, joissa u-arvo on reilusti alle  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Esimerkiksi vakiorakenteiset ADVANCE-ulko-ovet ovat keskimäärin 70 mm paksuisia ja niiden u-arvo on  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Toisena esimerkkinä voidaan pitää Arctic-rakenteista umpinaista ulko-ovea, jolla u-arvo on  $0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Jos kyseisen ovimallin ostaa lasillisena, U-arvot vaihtelevat  $0,6\text{-}0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  välillä ikkunalasin koosta riippuen. (Jeld Wen 2018.)

### 9.3.2 Paloluokitus ja äänieristys

Ovet paloluokitellaan EI-arvoihin. Paloluokituksia ovat muun muassa EI 15, EI 30 sekä EI 60. Suomessa yleisimmät paloluokitukset Suomessa ovat EI<sub>1</sub> ja EI<sub>2</sub>. E tarkoittaa tiiviyttä eli liekki ei pääse oven läpi tietyn ajan aikana, joka lasketaan minuutteina. I<sub>1</sub> ja I<sub>2</sub> sen sijaan kuvaa eristävyyttä ja oven pintalämpötila ei nouse palon tietyssä aikana. Puun syttymiseen vaikuttaa se, että kuinka kauan ovi on ollut palolle alttiina. Kun ovi syttyy palamaan, se alkaa hiiltä ja syntynyt hiili muodostaa suojakerroksen, joka suojaa ovien sisäosia palolta. Ovi palaa keskimäärin 0,8 mm minuutissa ja

sen syttymislämpötila vaihtelee 250 - 300 celsiusasteen välillä. (Jeld Wen 2018.)

Puurakenteisissa ovissa äänieristys saavutetaan parhaiten monikerrosrakenteilla. Ovien ääniluokkaa kuvaa db-arvo.

Monikerrosrakenteita käytetään sen takia, että puu on kevyt aine eikä se yksinään ole äänieristemateriaali. Puu on paksu, tiivis ja sileäpintainen materiaali, mutta se ei ole absorptiomateriaali. Monikerrosrakenteen ansiosta ovessa on ilmapälejä ja äänieristeisiä materiaaleja ja täten ääni vaimentuu. Kun äänieristystä testataan, pitää miettiä halutaanko saavuttaa ääniluokka vai laboratorioarvo. Laboratorioarvoja on kolmea tyyppiä:  $R_w$  on laboratoriossa mitattu äänieristysluku,  $R_m$  on puolestaan keskimääräinen äänieristys. On muistettava, että  $R_w$  ja  $R_m$  eivät ole suoraan verrannollisia keskenään.  $R'_w$  on rakennuskohteessa mitattu kenttämittausarvo. (Jeld Wen 2018.)

#### 9.4 Portaat

Portaille ei aseteta monia standardeja, mutta niissäkin on tärkeä olla standardeja, jotta rakenne on kestävä ja tukeva. Portaille ei myöskään ole olemassa omaa CE-merkintää. Portaissa mitoitus on tärkein standardi. Suomessa portaiden leveys on 1200 mm. Tämä vaatimus on ollut pitkään voimassa, koska se mahdollistaa hissien jälkiasennuksen, jos hissiä vaaditaan. Suomessa kun rakennetaan portaita, noudatetaan standardia RakMK F2 2.1.3. Tämä tarkoittaa sitä, että nousu saa olla enintään 180 mm ja etenemän tulee olla vähintään 270 mm. Tästä standardista on myös F1-osio, jossa kerrotaan, että enimmäisnousu saa olla 160 mm ja vähimmäisetenemä 300 mm. F1-määräys koskee lähinnä julkisia tiloja, kuten liiketiloja ja hallintotiloja. (Korvo 2009.)

#### 9.5 Liimat

Liimojen standardeissa perehdytään niiden ominaisuuksien ja säänkeston analysointiin. SFS – EN 15434 standardia käytetään, kun liimataan



lasirakenteita tai erityislaselementtejä. Standardia käytetään lasielementeissä, joissa vaaditaan ultraviolettisäteilyn tunkeutumista vähentäviä lasikomponentteja. (SFS 2017.)

EN-204 on tuotestandardi, joka on suunniteltu korvaamaan vuonna 1991 kehitetty SFS EN-204 tuotestandardi. Tämä uusi tuotestandardi otettiin käyttöön vuonna 2001. Tätä standardia käytetään, kun tutkitaan liimojen märkä- ja kuivalujuuksia sekä liimasauman kestävyyttä. Tämä standardi ei käsitä lämmönkestävyyttä liimasaumassa. EN-205 standardi on puolestaan kehitetty vuonna 2003 ja tehty korvaamaan vuoden 1991 SFS EN 205 tuotestandardi. Tämä standardi käsittää puun liimasauman ominaisuudet ja kestävyden kylmässä ja kuumassa vedessä.

#### 9.5.1 Ominaisuudet

Liimojen ominaisuuksia analysoidaan tutkimalla muun muassa viskositeettia, happamuutta, kuiva-ainepitoisuutta ja vanhenemista. Liiman oikean viskositeetin löytäminen riippuu useista seikoista. Viskositeettia voidaan kasvattaa lisäämällä liimaan täyte- tai jatkosaineita. Liimoissa käytetään D-luokitusta, jotka jaetaan D1-D4 luokkiin. D2 on tarkoitettu sisäkäyttöön, D3-luokan liimat kuuluvat kosteisiin tiloihin ja D4-luokka kuuluu sellaiseen tilanteeseen, kun tulee suoraa vesirasitusta. Kullakin liimalla on oma avoin aikansa, mikä tarkoittaa aikaa, jolloin liima on levityksessä siihen kun liima menee puristukseen. (Nukkuville 2016.)

#### 9.5.2 Sääolosuhteet

Liimatessa on muistettava, että jos halutaan, että liima on säänkestävää, liiman on täten oltava liimattavaa puuainesta kestävämpää. Liimasauman on kestettävä erilaisia sääolosuhteita. Näihin liimoihin kuuluvat muun muassa RF-liimat, FRF-liimat sekä kuumakovettuvat FF-liimat. Liimatessa käytetään esimerkiksi SIT 24-610023-standardia, jossa käytännössä käsitellään massivipuisten tuotteiden liimausta. (Rakennustieto 2016.)

## 9.6 RT-kortit

RT-kortisto on Suomen monipuolisin tietopalvelu ja laatujärjestelmä, josta saa ohjeita kestävään rakentamiseen. RT-kortisto tarjoaa palveluja rakentamiseen, suunnitteluun ja kunnossapitoon. RT-kortisto tarjoaa muun muassa:

- Ohjeet tilasuunnitteluun, sopimukseen ja rakenteisiin
- tietoa erilaisista tuotteista
- CAD-aineistot ja GDL-objektit
- laatuvaatimukset sekä alaa koskevat muut säädökset

RT-kortit suunnittelee rakennusalaan perehtynyt alan ammattilainen ja kortit julkaistaan sähköisesti RT-tuotetieto-palvelussa. RT-kortit painetaan ja julkaistaan myös RT-kortistoissa. RT-korteista pystytään myös tekemään eri painoksia esimerkiksi tuote-esitteiksi. Tuotekorttien avulla suunnittelijat ja hankinnoista vastaavat henkilöt pystyvät valitsemaan oikeat tuotteet ja tarvikkeet hankkeisiinsa. Kaksi- ja useampisivuisissa korteissa on kerrottu tuotteen tekniset tiedot. Tietojen jäsentelyt ja luokittelut on tehty helpottamaan tuotekorttien hakua ja vertailua. Lisäksi Yritykset voivat täydentää tuote-esittelyä korteissa lisäämällä niihin piirroksia ja CAD-kuvia. (Rakennustieto 2018.)

### 9.6.1 Rakennustieto Oy

Rakennustieto Oy on Rakennustietosäätiö RTR:n perustama ja omistama suomalainen osakeyhtiö, joka toimii Suomessa kiinteistö- ja rakennusalan tietopalvelun kustantajana. Rakennustiedosta löytyy hyvin paljon ohjeita ja standardeja esimerkiksi rakentamiseen ja huoltotöihin. Yhtiö tarjoaa palveluita myös eri alojen kirjallisuutta. Näihin kuuluvat rakentamisen, infrastruktuurin ja talotekniikan julkaisut. (Rakennustieto 2018.)

Rakennustieto-sivusto on verkkosivusto, josta voi ostaa erilaisia standardeja joko sähköisessä pdf-muodossa tai kirjallisena. Verkkokauppa tarjoaa laajan valikoiman sekä kotimaisia että ulkomaisia julkaisuja.

Yhtiöllä on myyntikonttoreita Helsingissä, Tampereella ja Kuopiossa. Tytäryhtiöt puolestaan sijaitsevat Tallinnassa ja Pietarissa. Rakennustieto toimii myös alan kansainvälisten toimijoiden kanssa Ja yhteistyön tavoitteena on korkeatasoisen rakentamisen edistäminen. (Rakennustieto 2018.)

#### 9.6.2 Ammattiopetustarkoitus

Standardeja ja RT-kortteja käytetään myös ammattiopinnoissa. Lahden ammattikorkeakoulussa niitä käytetään projektien ja laboratoriotöiden ohessa, kun testataan puun lujuuksia. Nämä standardit ovat hyödyllisiä siinä mielessä, että tiettyä rakennuspuusepänteollisuuden alaa kuten ovien tai ikkunoiden, opiskellessa saa hyvän käsityksen siitä mitä laatuvaatimuksia tuotteissa vaaditaan. Jos näitä standardeja ja RT-kortteja haluaa katsoa, täytyy opiskelijalla olla voimassa olevat tunnukset ja salasanat. Muussa tapauksessa RT-kortit ja standardit täytyy ostaa.

## 10 YHTEENVETO

### 10.1 Materiaalin saatavuus

Materiaalia saa hyvin verkosta ja kirjallisessa muodossa.

Rakennuspuusepänteollisuudessa ei ole olemassa yhtä suurta teosta vaan kirjat on hankittava erikseen. Nykyään internetistä ja yrityksen omilta kotisivuilta saa paljon tietoa esimerkiksi tuotteiden valmistuksesta. Monet yritykset kuten ikkuna- ja ovivalmistajat ylläpitävät sivujaan hyvin. Näiltä sivuilta löytyy muun muassa tuotekuvauksia sekä niiden teknisiä tietoja.

### 10.2 Materiaalin esitys

Materiaali kerättiin Repussa olevalle verkkokurssille. Materiaalien kerääminen on yksinkertaista, koska minun ei tarvitse tehdä muuta kuin kopioida ja nimetä tiedosto, jonka haluan kurssille viedä. Moodle on helppokäyttöinen liittymä.

Olen työssäni luetellut tuotannon lisäksi eri alan yrityksiä, mutta pääpaino on varsinaisesti tuotannossa. Yritykset olen maininnut sen takia, että jos opiskelija kiinnostuu rakennuspuusepänteollisuudesta ammatillisessa tarkoituksessa, verkkokurssilla on lueteltuna yrityksiä, joihin opiskelija voi olla yhteydessä esimerkiksi opinnäytetyön aiheen saamisessa. Työtä aloittaessani mietin tarkkaan kaikki asiat, jotka haluan sisällyttää opinnäytetyöhöni. Suurin haaste oli se, ettei työstä tehdä liian suppeaa, muttei myöskään liian laajaa. Verkkokurssi-alueelle lisäsin teoriapaketit, jotka oli pilkottu pienemmiksi kokonaisuuksiksi.

### 10.3 Omat ajatukset

Vuosi sitten keväällä aloin miettiä millaisen opinnäytetyöaiheen itselleni haluaisin. Sitten päätin, että suunnittelen verkkokurssin Lahden ammattikorkeakoululle. Halusin tehdä tämän siitä syystä, että opiskeluaikana on tullut paljon laboratoriotöitä ja muita testailuja, joten

halusin tehdä jotain erilaista. Aluksi ohjaava opettajani oli Jari Suominen, mutta se vaihtui Ilkka Tarvaiseen syksyllä 2017. Alkuun pääseminen oli haasteellista, koska rajauksia oli tehtävä paljon. Alun perin suunnitelmissani oli lisätä tähän myös lattiaparketit ja taloudellisuus, mutta jätin ne pois, koska lattiaparketti ei oikein kuulu rakennuspuusepäntekniikkaan ja taloudellisuus kuuluu tehdassuunnitteluun. Kun olin rajaukset saanut tehtyä, oli sisällysluettelon tekeminen helpompaa.

Keväällä 2018 pääsin kunnolla tuottamaan tekstiä. Kirjastossa kävin useaan otteeseen ja päätin, että rajaen kirjatutannon vain niihin, mitkä liittyvät Moodleen ja rakennuspuusepäntekniikkaan. Kevään aikana minulla oli opinnäytetyön lisäksi muita kursseja käytävänä, joten en aina pystynyt keskittymään pelkästään opinnäytetyöhön.

Kaiken kaikkiaan työstä tuli valmis ja kattava kokonaisuus. Pääsin tavoitteeseen ja sain suunniteltua kurssista sellaisen mitä alun perin suunnittelin.

## LÄHTEET

### Kirjalliset lähteet

Böök N, Mikkola J, 2011. Ikkunakirja. Porvoo: Bookwell Oy

Hyttinen V, Tolonen P, Väisänen T, 2008. Palofysiikka. Tampere: Suomen pelastusalan keskusjärjestö

Karevaara S, 2013 Moodle 2. Oy Finn lectura Ab

Koponen H, 1988. Puutuotteiden liimaus. Hämeenlinna: Otakustantamo

Leinos M, 1988. Oviopas, -rakennuspuusepänteollisuus ry.

### Elektroniset lähteet

Jeld Wen 2018a. Mitä tarkoittaa laakaovi, kehysovi ja peiliovi? [viitattu 8.2.2018].

Saatavissa: <https://www.jeld-wen.fi/ukk/sisaeovet/mitae-tarkoittaa-laakaovi-ja-peiliovi/>

Jeld Wen 2017a. Sisäovien tekniset tiedot [viitattu 27.11.2017].

Saatavissa: [https://www.jeld-wen.fi/ohjeet/ovien-tekniset-tiedot/sisaovien\\_tekniset\\_tiedot/](https://www.jeld-wen.fi/ohjeet/ovien-tekniset-tiedot/sisaovien_tekniset_tiedot/)

Inwido 2018. Ovikoulu [viitattu 5.2.2018].

Saatavissa: <https://www.inwido.com/fi/finland/ovikoulu>

Jeld Wen 2018b. M1-luokitus [viitattu 4.2.2018].

Saatavissa: [https://www.jeld-wen.fi/ohjeet/laatu/m1\\_luokitus/](https://www.jeld-wen.fi/ohjeet/laatu/m1_luokitus/)

Stark Suomi 2017. korkeat ulkoportaot [viitattu 21.11.2017].

Saatavissa: <https://www.stark-suomi.fi/fi/ideat/korkeat-ulkoportaot>

Stark Suomi 2017. Matalat ulkoportaot [viitattu 22.11.2017].

Saatavissa: <https://www.stark-suomi.fi/fi/ideat/matalat-ulkoportaot>

Korvo 2009. 9.2.4 portaiden mittavaatimukset [viitattu 11.2.2018].

Saatavissa: <https://www.korvo.fi/9kayttoturvallisuus/89>

Lappiporras 2017. Puuportaot ammattitaidolla [viitattu 14.2.2018].

Saatavissa: <http://www.lappiporras.fi/lappiporras/yritys.html>

Westwood 2015a. Yritys [viitattu 10.2.2018].

Saatavissa: <http://www.westwood.fi/yritys>

Westwood 2015b. Puulajit ja pintakäsittely [viitattu 9.2.2018].

Saatavissa: <http://www.westwood.fi/puuportaot/puulajit-ja-pintakasittely/>

Tähtiporras 2017. Portaot [viitattu 17.11.2017].

Saatavissa: <http://www.tahtiporras.fi/portaot/>

Ikkunawiki 2017a. Puu, alumiini ja muovi ikkunarakenteissa [viitattu 11.11.2017].

Saatavissa: <http://www.ikkunawiki.fi/ikkunatyypit/puu-ja-alumiini-ikkunat/>

Ikkunawiki 2017b. Huolto ja kunnossapito [viitattu 20.1.2018].

Saatavissa: <http://www.ikkunawiki.fi/ikkunoiden-saneeraus/huolto-ja-kunnossapito/>

Ikkunawiki 2017c. Teollinen ikkunoiden valmistus [viitattu 3.3.2018].

Saatavissa: <http://www.ikkunawiki.fi/tekniikka/ikkunoiden-valmistus/>

Liune 2017. Ovien käyttökohteet [viitattu 25.3.2018].

Saatavissa: <https://www.liune.fi/kayttokohteet>

Sihistin 2008. Ovikarmin rakentaminen [viitattu 20.3.2018].

Saatavissa: <http://www.sihistin.fi/fi/puutyot/karmi.html>

Työsuojelu 2017. koneet ja työvälineet [viitattu 5.4.2018].

Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/koneet-ja-tyovalineet>

Olsa Oy 2014. Imurit sisäkäyttöön [viitattu 20.4.2018].

Saatavissa: <https://www.olsa.fi/sis%C3%A4puruimuri>

Nukkuville 2016. puuliiman valinta [viitattu 21.3.2018].

Saatavissa: <https://nukkuville.fi/liiman-valintaa/>

Prefere Resins 2014. Locations in finland [viitattu 3.4.2018].

Saatavissa: [http://www.prefereresins.com/cms/front\\_content.php?idart=59](http://www.prefereresins.com/cms/front_content.php?idart=59)

Kiilto Oy 2017. Ratkaisut rakentamiseen ja teollisuuden tarpeisiin [viitattu 19.3.2018].

Saatavissa: <http://www.kiilto.com/fi/tietoa-kiillosta/yritys/>

Jeld Wen 2018c. Energiatehokkaat ulko-ovet [viitattu 13.3.2018].

Saatavissa: [https://www.jeld-wen.fi/ideat/ulko\\_ovi\\_ideat/artikkelit\\_ulko\\_ovet/energiatehokkaat\\_ulko\\_ovet/](https://www.jeld-wen.fi/ideat/ulko_ovi_ideat/artikkelit_ulko_ovet/energiatehokkaat_ulko_ovet/)

Jeld Wen 2018d. Ääni- ja paloluokitukset [viitattu 14.3.2018].

Saatavissa: [https://www.jeld-wen.fi/ammattilaiset/tekniset\\_tiedot/aani\\_ja\\_paloluokitukset\\_ammattilaiset/](https://www.jeld-wen.fi/ammattilaiset/tekniset_tiedot/aani_ja_paloluokitukset_ammattilaiset/)

Motiva 2016. Ikkunoiden energiatehokkuus [viitattu 25.2.2018].

Saatavissa:

[https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/rakentaminen/ikkunoiden\\_energiatuokitus/ikkunoiden\\_energiatehokkuus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/ikkunoiden_energiatuokitus/ikkunoiden_energiatehokkuus)

Ikkunawiki 2017d. Äänieristys [viitattu 20.2.2018].

Saatavissa: <http://www.ikkunawiki.fi/tekniikka/aanieristys/>

Jeld Wen 2017b. Ulko-ovien tekniset tiedot [viitattu 3.3.2018].

Saatavissa: [https://www.jeld-wen.fi/ohjeet/ovien-tekniset-tiedot/ulko\\_ovien\\_tekniset\\_tiedot/](https://www.jeld-wen.fi/ohjeet/ovien-tekniset-tiedot/ulko_ovien_tekniset_tiedot/)

Puuproffa 2012a. Liimat [viitattu 12.4.2018].



Saatavissa: [http://www.puuproffa.fi/PuuProffa\\_2012/7/liimaus/liimat](http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/liimaus/liimat)

Puuproffa 2012b. Liiman valinta [viitattu 10.4.2018].

Saatavissa: [http://www.puuproffa.fi/PuuProffa\\_2012/7/liimaus/valinta](http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/liimaus/valinta)

Hotmelt 2017. Liimat [10.3.2018].

Saatavissa: [https://hotmelt.fi/tuoteteknologiat/liimat/#tab\\_overview](https://hotmelt.fi/tuoteteknologiat/liimat/#tab_overview)

Puuproffa 2012c. Ominaisuudet [viitattu 11.4.2018].

Saatavissa:

[http://www.puuproffa.fi/PuuProffa\\_2012/7/liimaus/ominaisuudet](http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/liimaus/ominaisuudet)

RT tuotetieto 2018. RT-tuotetietokanta. [viitattu 25.4.2018].

Saatavissa: <https://www.rttuotetieto.fi/>

Pihla 2015. Ikkunat [viitattu 15.3.2018].

Saatavissa: <https://www.pihla.fi/pihla-ikkunat/>

Ii-ikkunat ja ovet 2017. Rahoitus [viitattu 23.3.2018].

Saatavissa: <https://www.ii-ikkunatjaovet.com/rahoitus/>

Mattiovi 2017. rakennusliikemyynti [viitattu 14.2.2018].

Saatavissa: <https://www.mattiovi.fi/projektimyynti/>

Tiivi 2017. Ikkunat [viitattu 12.2.2018].

Saatavissa: <https://www.tiivi.fi/fi/ikkunat/>

Edux 2016. Edux-ovet Oy [viitattu 20.3.2018].

Saatavissa: <http://www.edux.fi/edux-ovet-oy.html>

Kaski 2015. Kaskipuu [viitattu 13.2.2018].

Saatavissa: <https://kaski.fi/kaskipuu/>

SFS 2017a. SFS EN-16034 tuotestandardi [viitattu 24.5.2018].

Saatavissa:

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/405064.html.stx>

SFS 2017b. SFS 7031 standardi [viitattu 24.5.2018].

Saatavissa:

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuoteuutiset/ikkunoidenjaovienkansallisetvaatimukset/sfs7000-standardit.html.stx>

Porraspuu Naukkarinen 2015. Portaati [viitattu 25.5.2018].

Saatavissa: <http://www.porraspuu.fi/portaati>

Porrasvalmistajat ry 2014. Porrasvalmistajat ry [viitattu 25.5.2018].




















Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/articles/porrasvalmistajat-ry>

SFS 2017c. Rakennuslasin liimaus [25.5.2018].

Saatavissa:

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/231283.html.stx>

## LIITTEET

<b>Kurssin suoritus</b>	
 Kurssin suoritusperiaatteet	<input type="checkbox"/>
<b>Ikkunat</b>	
 Ikkunoiden valmistus	<input type="checkbox"/>
 Ikkunat (englanti)	<input type="checkbox"/>
 Ikkunan valmistusprosessi	<input type="checkbox"/>
 Tentti 1. Ikkunat	<input type="checkbox"/>
<b>Ovet</b>	
 Ovet	<input type="checkbox"/>
 Ovien valmistus	<input type="checkbox"/>
 Ovitehtaan esittelyvideo	<input type="checkbox"/>
 Tentti 2. Ovet	<input type="checkbox"/>
<b>Portaat</b>	
 Portaiden valmistus	<input type="checkbox"/>
 Puuportaat	<input type="checkbox"/>
 Vanerista valmistettu portaikko	<input type="checkbox"/>
 Itse-kehitty portaikko	<input type="checkbox"/>
 Tentti 3. Portaat	<input type="checkbox"/>
<b>Liimat</b>	
 Liimat	<input type="checkbox"/>
 Liimausvirheet	<input type="checkbox"/>
 Tentti 4. Liimat	<input type="checkbox"/>
<b>Työturvallisuus</b>	
 Työturvallisuus	<input type="checkbox"/>
 Tentti 5. Työturvallisuus	<input type="checkbox"/>

**TAPAHTUMIEN**

-  Pöytä yleiset
-  Pöytä kurssit
-  Pöytä ryhmät
-  Pöytä käyttäjä

Liite 1. Reppukurssin ulkoasu